

ВЕСТНИК

ISSN 0869–7698

ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО
ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ
НАУК

3
2019

Научный журнал

Учредители

Дальневосточное отделение РАН

Центральная научная библиотека ДВО РАН

Журнал основан в 1932 г.

Издание прекращено в 1939 г.,

возобновлено в 1990 г.

ВЕСТНИК

ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО
ОТДЕЛЕНИЯ

РОССИЙСКОЙ
АКАДЕМИИ
НАУК

3 (205). 2019

СОДЕРЖАНИЕ

Растениеводство

А.Г. КЛЫКОВ, Е.Н. БАРСУКОВА, Е.Л. ЧАЙКИНА, М.М. АНИСИМОВ. Перспективы и результаты селекции <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench на повышенное содержание флавоноидов	5
Г.П. ВЛАСЕНКО. Адаптивный потенциал сортов картофеля в условиях Камчатского края	17
А.С. КОРНИЛОВ, Т.О. КОРНИЛОВА, М.О. БУРЛЯЕВА. Исходный материал для селекции новой для России бобовой культуры вигны угловатой (<i>Vigna angularis</i> (Willd.)) – адзуки	22
В.Ю. КОРДАБОВСКИЙ. Новый ранний сорт картофеля Колымский	27
В.А. ЧУВИЛИНА. Сравнительная характеристика селекционных номеров клевера лугового сахалинской популяции	31
М.В. ЯКИМЕНКО, С.А. БЕГУН, А.И. СОРОКИНА. Сравнительная оценка каталазной активности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды штаммов клубеньковых бактерий <i>Bradyrhizobium japonicum</i> и <i>Sinorhizobium fredii</i> селекции ВНИИ сои	36
Т.А. АСЕЕВА, Н.Е. САВЧЕНКО, С.А. ШМИГИРИЛОВ, К.В. КИСЕЛЕВ. Сезонная динамика количественного состава и видовое разнообразие микроорганизмов в агроценозах Среднего Приамурья ...	42
Е.С. БУТОВЕЦ, Л.М. ЛУКЪЯНЧУК, Е.А. ВАСИНА. Взаимодействие ризобияльных бактерий с растениями сои сортов приморской селекции	48
В.С. УСАНОВ, Г.Ю. ШИШКИНА, В.В. ШИШКИН. Влияние концентрации NaCl в соево-кукурузном субстрате на развитие <i>Bacillus subtilis</i>	55
П.П. ОХЛОПКОВА, Н.С. ЯКОВЛЕВА, С.П. ЕФРЕМОВА. Оценка гибридов картофеля в конкурсном испытании (Якутия, 2017–2018 гг.)	59
Н.А. САКАРА, В.Г. КОЛОДКИН, Т.С. ТАРАСОВА, А.Ю. ЖИЛЬЦОВ, Н.В. КОЛЬЕВ, О.В. НЕСТЕРОВА, В.И. ОЗНОБИХИН. Основные итоги и перспективы исследований в овощеводческом земледелии в условиях муссонного климата Приморья	64
И.В. АНУФРИЕВА. Гидропоника как перспективный способ культивирования и ускорения процесса создания сортов сои	69
В.Н. МОРОХОВЕЦ, З.В. БАСАЙ, Т.В. МОРОХОВЕЦ, Т.В. ШТЕРБОЛОВА. Изучение чувствительности сельскохозяйственных культур к почвенным остаткам гербицидов Пивот, Фабиан, Лазурит и Пропонит ...	73
Л.В. САМУТЕНКО. Влияние систем удобрения разной интенсивности на продуктивность зернопропашного звена полевого севооборота	79
Е.Т. НАУМЧЕНКО, Е.В. БАНЕЦКАЯ. Агрохимические и биологические факторы оптимизации минерального питания пшеницы при длительном внесении удобрений	86
Н.М. ШАЛАГИНА. Влияние однолетних сидеральных культур в смешанных посевах на агрофизические свойства пахотного горизонта почвы и урожайность картофеля	91
Н.Г. ЛУКАЧЕВА, А.В. КОСТЮК. Формирование резистентности к гербициду Сегмент в популяциях ежовников <i>Echinochloa</i>	97
В.В. БЕРЕЖНАЯ, А.Г. КЛЫКОВ, М.Л. СИДОРЕНКО, А.Н. БЫКОВСКАЯ, П.М. БОГДАН. Влияние бактериальных комплексов на урожайность яровой пшеницы (<i>Triticum aestivum</i> L.)	103
С.Е. НИЗКИЙ. Ресурсно-ценностные аспекты культурных растительных сообществ в урбанистических ландшафтах (на примере г. Благовещенск)	112

Животноводство

- Н.Ф. КЛЮЧНИКОВА, Е.Б. ШУКЮРОВА., М.Т. КЛЮЧНИКОВ. Хозяйственно полезные признаки коров голштинской породы в экстремальных условиях Среднего Приамурья 118
А.С. ЛЫКОВ. Мясное скотоводство Магаданской области и перспективы его развития 123

Рыбное хозяйство

- В.Т. ВАСИЛЬЕВА, А.А. ЕФИМОВА, Т.В. СЛЕПЦОВА, С.М. ТИМОФЕЕВ. Аминокислотный скор сиговых рыб Якутии 127

Сообщения

- А.Ю. ГЛЫЗИНА, А.С. ЗЫРЯНОВ, В.О. САЛОВАРОВ, А.И. ПОВАРИНЦЕВ. О гнездовом поведении птенцов московки *Parus ater ater* L., 1758 по наблюдениям в Южном Предбайкалье 133

Научная смена

- М.П. МИХАЙЛОВА. Роль пероксидазы в повышении устойчивости растений сои к неблагоприятным факторам 139

Ученые Дальнего Востока

- С.А. БОРОВАЯ, А.Г. КЛЫКОВ. Александр Петрович Вашенко – выдающийся ученый, селекционер, педагог 145

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
акад. РАН П.Я. БАКЛАНОВ – научный руководитель Тихоокеанского института географии ДВО РАН, Владивосток
чл.-корр. 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
акад. РАН М.А. ГУЗЕВ – директор Института прикладной математики ДВО РАН, Владивосток
акад. РАН Г.И. ДОЛГИХ – зам. директора по научным вопросам Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичёва ДВО РАН, Владивосток
акад. РАН Ю.Н. ЖУРАВЛЁВ – главный научный сотрудник Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток
чл.-корр. РАН А.Г. КЛЫКОВ – зав. отделом Федерального научного центра агроботехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Уссурийск
акад. РАН Ю.Н. КУЛЬЧИН – научный руководитель Института автоматизации и процессов управления ДВО РАН, Владивосток
чл.-корр. РАН В.Л. ЛАРИН (зам. главного редактора) – научный руководитель Института истории, археологии и этнографии народов Дальнего Востока ДВО РАН, Владивосток
чл.-корр. РАН Б.В. ЛЕВИН – научный руководитель Института морской геологии и геофизики ДВО РАН, Южно-Сахалинск
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.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
акад. РАН А.И. ХАНЧУК – научный руководитель Дальневосточного геологического института ДВО РАН, Владивосток

Scientific journal

Founders

Far Eastern 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 (205). 2019

CONTENTS

Crop farming

A.G. KLYKOV, E.N. BARSUKOVA, E.L. CHAIKINA, M.M. ANISIMOV. Prospects and results of selection of <i>Fagopyrum esculentum</i> Moench for increased flavonoid content	5
G.P. VLASENKO. Adaptive potential of grades of potatoes in the conditions of Kamchatka Krai	17
A.S. KORNILOV, T.O. KORNILOVA, M.O. BURLIAEVA. The initial material for the selection of a new for Russia legume Vigna-Adzuki (<i>Vigna angularis</i> (Willd.))	22
V.Yu. KORDABOVSKY. The new early potato variety Kolymskiy	27
V.A. CHUVILINA. Comparative characteristics of breeding numbers of meadow clover Sakhalin population	31
M.V. YAKIMENKO, S.A. BEGUN, A.I. SOROKINA. Comparative evaluation of catalase activity and resistance to unfavorable environmental factors of strains of nodule bacteria <i>Bradyrhizobium japonicum</i> and <i>Sinorhizobium fredii</i> , selected in ARSRI of Soybean	36
T.A. ASEEVA, N.E. SAVCHENKO, S.A. SHMIGIROLOV, K.V. KISELEV. Seasonal dynamics of quantitative parameters and species diversity of microorganisms in agrocnosis of the Middle Amur Region	42
E.S. BUTOVETS, L.M. LUKYANCHUK, E.A. VASINA. Interaction of rhizobial bacteria with plants of soybean varieties developed in Primorsky Krai	48
V.S. USANOV, G.Yu. SHISHKINA, V.V. SHISHKIN. The effect of NaCl concentration in soybean-corn substrate on the development of microorganisms <i>Bacillus subtilis</i>	55
P.P. OKHLOPKOVA, N.S. YAKOVLEVA, S.P. EFREMOVA. Assessment of potato hybrids in competition test (Yakutia, 2017–2018)	59
N.A. SAKARA, V.G. KOLODKIN, T.S. TARASOVA, A.Yu. GILTSOV, N.V. KOLYEV, O.V. NESTEROVA, V.I. OZNOBIKHIN. The main results and perspectives of research in vegetable farming in the conditions of the monsoon climate of Primorye	64
I.V. ANUFRIEVA. Hydroponics as a promising way of cultivating and speeding up the process of creating soybean varieties	69
V.N. MOROKHOVETS, Z.V. BASAI, T.V. MOROKHOVETS, T.V. SHTERBOLOVA. Study of sensitivity of crops to soil residues of herbicides Pivot, Fabian, Lazurit and Proponit	73
L.V. SAMUTENKO. The influence of the systems of fertilizer of different intensity on the productivity of the rotation link of cereals and row crops in the field crop rotation	79
E.T. NAUMCHENKO, E.V. BANETSKAYA. Agrochemical and biological factors for optimization of mineral nutrition of wheat at long-term fertilizer application	86
N.M. SHALAGINA. Influence of annual green manure crops in mixed crops on agrophysical properties of soil plough-layer and potato yield	91
N.G. LUKACHEVA, A.V. KOSTYUK. The development of resistance to the herbicide Segment in the populations of barnyard grass <i>Echinochloa</i>	97
V.V. BEREZHNAJA, A.G. KLYKOV, M.L. SIDORENKO, A.N. BYKOVSKAYA, P.M. BOGDAN. Effect of the bacterial complexes upon the yield of spring wheat (<i>Triticum aestivum</i> L.)	103
S.E. NIZKII. Resource and value aspects of cultivated vegetation communities in urban landscapes on the example of Blagoveshchensk city	112

Breeding

- N.F. KLYUCHNIKOVA, E.B. SHUKYUROVA, M.T. KLYUCHNIKOV. The economically useful signs of Holstein cows in the Middle Priamurye extreme conditions 118
- A.S. LYKOV. Beef cattle farming in Magadan Region and prospects for its development 123

Fishery

- V.T. VASILYEVA, A.A. EFIMOVA, T.V. SLEPTSOVA, S.M. TIMOFEEV. Amino-acid fast of whitefishes of Yakutia 127

Reports

- A.Yu. GLYZINA, A.S. ZYRYANOV, V.O. SALOVAROV, A.I. POVARINTCEV. Nesting behavior of chicks of a coal tit (*Parus ater ater* L., 1758) according to observation in the South of Baikal Region 133

New scientific personnel

- M.P. MIHAILOVA. The role of peroxidase in the increasing of soybean plant resistance to unfavorable factors .. 139

Scientists of the Far East

- S.A. BOROVAYA, A.G. KLYKOV. Aleksandr Petrovich Ivashchenko – an outstanding scientist, crop breeder and teacher 145

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
- P.Ya. BAKLANOV, Academician of RAS – Research Supervisor, Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Vladivostok
- V.V. BOGATOV, Corresponding Member of RAS (Deputy Chief Editor) – Chief Scientific Secretary, FEB RAS, Vladivostok
- S.Yu. BRATSKAYA, Corresponding Member of RAS – Chief of Laboratory, Institute of Chemistry, FEB RAS, Vladivostok
- G.I. DOLGIKH, Academician of RAS – Deputy Director for Research, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok
- M.A. GUZEV, Academician of RAS – Director, Institute of Applied Mathematics, 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
- Yu.N. KULCHIN, Academician of RAS – Research Supervisor, Institute of Automation and Control Processes, FEB RAS, Vladivostok
- V.L. LARIN, Corresponding Member of RAS (Deputy Chief Editor) – Research Supervisor, Institute of History, Archaeology and Ethnography of the Peoples of the Far East, FEB RAS, Vladivostok
- B.V. LEVIN, Corresponding Member of RAS – Research Supervisor, Institute of Marine Geology and Geophysics, FEB RAS, Yuzhno-Sakhalinsk
- 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
- S.V. PRANTS, Doctor of Physical-Mathematical Sciences – Head of the Department, V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, FEB RAS, Vladivostok
- V.A. STONIK, Academician of RAS – Research Supervisor, G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, FEB RAS, Vladivostok
- B.A. VORONOV, Corresponding Member of RAS – Research Supervisor, Institute of Water and Ecological Problems, FEB RAS, Khabarovsk
- Yu.N. ZHURAVLEV, Academician of RAS – Chief Researcher, Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok

А.Г. КЛЫКОВ, Е.Н. БАРСУКОВА, Е.Л. ЧАЙКИНА,
М.М. АНИСИМОВ

Перспективы и результаты селекции *Fagopyrum esculentum* Moench на повышенное содержание флавоноидов

Приведены направления и результаты селекционной работы с гречихой съедобной, или обыкновенной (*Fagopyrum esculentum* Moench), на Дальнем Востоке России на повышенное содержание флавоноидов в плодах и надземной массе. Исследованы на содержание флавоноидов и продуктивность сорта *F. esculentum* различного эколого-географического происхождения и селекционный материал, полученный в условиях *in vitro* на селективной среде с повышенным содержанием тяжелых металлов. В результате выделен индетерминантный сорт гречихи Башкирская красностебельная с максимальным содержанием флавоноидов в плодах (15,0 мг/100 г) и надземной массе (26,6 мг/г). Показано, что в селекции гречихи с высоким содержанием флавоноидов при создании новых генотипов представляет интерес использование селективных сред *in vitro* с повышенной концентрацией ионов меди и цинка. Приведена модель сорта *F. esculentum* с повышенным содержанием флавоноидов, адаптированного к абиотическим и биотическим факторам среды на Дальнем Востоке России.

Ключевые слова: селекция, *Fagopyrum esculentum* Moench, флавоноиды, продуктивность, ионы тяжелых металлов, селективная среда, Дальний Восток.

Prospects and results of selection of *Fagopyrum esculentum* Moench for increased flavonoid content.

A.G. KLYKOV, E.N. BARSUKOVA (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Krai, Timiryazevsky village), E.L. CHAIKINA, M.M. ANISIMOV (G.B. Elyakov Pacific Institute of Bioorganic Chemistry, FEB RAS, Vladivostok).

The paper presents directions and results of breeding work with edible or common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) in the Far East of Russia on the increased flavonoid content in fruits and above-ground mass. The varieties of *F. esculentum* of different ecological and geographical origin and breeding material obtained *in vitro* on a selective medium with a high content of heavy metals were studied on the content of flavonoids and productivity. As a result of the research, indeterminate variety of buckwheat Bashkirskaya red-stem (Republic of Bashkortostan) with the maximum content of flavonoids in fruits (15.0 mg/100 g) and in the above-ground mass (26.6 mg/g) was defined. It is shown that in the selection of buckwheat for a high content of flavonoids in the development of new genotypes, the use of selective media *in vitro* with high concentrations of copper and zinc ions is of interest. A model of *F. esculentum* variety with a high content of flavonoids adapted to abiotic and biotic environmental factors in the Russian Far East is presented.

Key words: breeding, *Fagopyrum esculentum* Moench, flavonoids, productivity, heavy metal ions, selective medium, Far East.

*КЛЫКОВ Алексей Григорьевич – доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, заведующий отделом, БАРСУКОВА Елена Николаевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (Федеральный научный центр агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Приморский край, Уссурийск, пос. Тимирязевский), ЧАЙКИНА Елена Леонидовна – научный сотрудник, АНИСИМОВ Михаил Михайлович – доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник (Тихоокеанский институт биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, Владивосток). *E-mail: alex.klykov@mail.ru

Работа выполнена в рамках программы «Приоритетные научные исследования в интересах комплексного развития Дальневосточного отделения РАН» на 2019 г.

Дальний Восток России имеет значительный потенциал для развития сельскохозяйственной деятельности в области растениеводства [18]. В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации (утв. Указом Президента Российской Федерации от 1 декабря 2016 г. № 642) описаны сценарии научно-технологического развития, определены вызовы и приоритеты научно-технологического развития, которые предусматривают формирование агропромышленного комплекса нового поколения, базирующегося на современных технологиях. Большой вызов для общества, государства и науки – обеспечение продовольственной безопасности и продовольственной независимости России, конкурентоспособности отечественного продовольствия на мировых рынках, снижение технологических рисков в агропромышленном комплексе.

Гречиха посевная, или съедобная (*Fagopyrum esculentum* Moench), – важная крупная и медоносная культура, широко культивируемая во многих странах мира. Она имеет оптимально сбалансированный аминокислотный состав, высокую пищевую и энергетическую ценность и считается одним из лучших диетических продуктов, в том числе для производства детского питания. В настоящее время в мире под посевами гречихи занято 2,5 млн га, а производство этой культуры составляет более 1,5 млн т. Основными производителями зерна гречихи в мире являются Россия и Китай [6].

На территории российского Дальнего Востока селекция гречихи проводится только в Федеральном научном центре (ФНЦ) агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки (пос. Тимирязевский, Приморский край). История селекции гречихи в регионе насчитывает около 80 лет. На первом этапе в селекционной работе использовались методы массового, индивидуального и индивидуально-семейственного отборов. Исходным материалом служили местные образцы и сорта инорайонного происхождения. Исследования показали, что в подавляющем большинстве случаев последние были менее урожайными и демонстрировали неустойчивость к условиям муссонного климата [12]. Поэтому одним из главных направлений в селекции гречихи в Дальневосточном регионе является создание высокоадаптированных сортов, устойчивых к полеганию и осыпанию.

С 1980 г. в селекционной работе стали применять методы гибридизации, физического и химического мутагенеза, в результате чего были созданы и районированы сорта гречихи При 7 (1990 г.) и Изумруд (1996 г.). Эти ценные по качеству зерна сорта характеризуются высокой потенциальной урожайностью (до 3 т/га), крупноплодностью, устойчивостью к полеганию и осыпанию.

Особенность изучаемой культуры заключается в наличии биофлавоноидов (особенно кверцетин-3-О-рутинозида, или рутина) во всех частях растения. Рутин (витамин Р) применяется в медицине для лечения и профилактики нарушений, связанных с проницаемостью кровеносных капилляров (совместно с аскорбиновой кислотой предотвращает разрушение гиалуроновой кислоты), входит во многие препараты, в том числе «Рутин», «Венорутон», и чаще всего в сочетании с аскорбиновой кислотой – «Аскорутин», «Профилактин С» [11].

Основным источником получения рутина являются бутоны и цветки софоры японской (*Sophora japonica* L.). Промышленная сырьевая база данного растения в Российской Федерации отсутствует, а потребность в рутине удовлетворяется за счет импорта из Китая [10]. В ряде стран (Россия, Украина, Япония) для производства рутина получены специальные сорта *F. esculentum* Moench с повышенным его содержанием [15, 17]. Ранее нами было показано, что в надземной массе гречихи, культивируемой в Приморском крае, содержится 20–40 мг/г рутина, и этот сорт может быть использован в качестве флавоноидоносного сырья [8]. В настоящее время улучшение существующих сортов *F. esculentum* и создание новых с высоким содержанием флавоноидов (рутина) в плодах и растениях с целью получения ценных продуктов питания и лекарственного сырья для фармацевтической промышленности является приоритетным направлением в отечественной и зарубежной селекции.

Известно, что флавоноиды играют существенную роль в устойчивости растений к изменяющимся экологическим условиям, в процессах роста, развития, репродукции,

энергетическом обмене, защите от болезней, вирусов и в других жизненно важных функциях растительного организма [2, 3, 23]. В последние годы большой интерес вызывает изучение их вклада в антиоксидантную систему (в качестве низкомолекулярных антиоксидантов) [4, 21]. Обладая высокой реакционной способностью, фенольные соединения способны с легкостью вступать в свободнорадикальные реакции, протекающие в большом количестве при окислительном стрессе, вызванном действием абиотических и биотических факторов. Тем самым они могут инактивировать активные формы кислорода и замедлять окисление липидов клеточных мембран [19, 24]. При этом антиоксидантные свойства проявляют как фенолпропаноиды и их производные, так и флавоноиды [26]. Усиление синтеза фенолов в растениях можно считать неспецифической реакцией на стресс: их содержание увеличивается при повышенных или пониженных температурах воздуха, дефиците элементов минерального питания, разного рода повреждениях [9]. Синтез фенольных соединений относится к важнейшим метаболическим процессам, участвующим в защите и адаптации клеток и, вероятно, является одним из показателей, свидетельствующих о потенциальной способности растительных клеток выживать в стрессовых условиях [5].

Клеточная селекция с использованием летальных доз ионов тяжелых металлов может быть перспективным методом получения растительных форм с улучшенными показателями [16]. Такой способ селекции в культуре *in vitro* позволяет с помощью селективных фонов моделировать стрессовые условия и получать новые рекомбинанты растений с улучшенными адаптивными и качественными характеристиками.

С 1988 г. в селекции гречихи на Дальнем Востоке начался новый этап с применением методов биотехнологии. Исследовались процессы соматического эмбриогенеза и органогенеза. В результате установлено, что регенеранты имеют существенные различия в сравнении с исходными сортами по целому ряду признаков: продуктивности одного растения (8–15 г), крупноплодности (масса 1000 зерен 34–40 г), повышенному содержанию флавоноидов в плодах и надземной массе [1].

В настоящее время в селекции планируется расширить исследования с использованием метода ISSR-анализа для создания новых генотипов гречихи с повышенным содержанием флавоноидов, устойчивых к стрессовым факторам среды. Подобные исследования проводятся совместно с Тихоокеанским институтом биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН. Их результатом должны стать фундаментальные знания в области создания ценных генотипов гречихи с высоким содержанием флавоноидов.

Цель настоящей работы – создание и всестороннее изучение генотипов *Fagopyrum esculentum* Moench различного происхождения на продуктивность, содержание флавоноидов в надземной массе и плодах, адаптированных к стрессовым факторам среды Дальнего Востока.

Материалы и методика исследований

Экспериментальные исследования проведены в ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки и Тихоокеанском институте биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН. Объектом исследования являлись растения 31 сорта *F. esculentum* селекции Российской Федерации и Японии, а также селекционный материал, полученный в лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. В качестве стандарта были взяты районированные на Дальнем Востоке сорта гречихи Изумруд и При 7. Исследования по созданию толерантных к ионам тяжелых металлов растений гречихи выполнялись в лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии. Семена помещали в чашки Петри, добавляли по 10 мл раствора соли сернокислой меди ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) либо сернокислого цинка ($\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$). Содержание сульфата меди составляло 46,0–5750,0, сульфата цинка – 101,0–808,0 мг/л. Семена проращивали в течение 5 дн. Контролем служила дистиллированная вода (рис. 1).



Рис. 1. Проращивание семян гречихи сорта Изумруд в растворах с повышенными концентрациями солей меди и цинка: а – контроль (дистиллированная вода), б – 606 мг/л сульфата цинка, в – 3450 мг/л сульфата меди

Выжившие проростки высевали в почву для получения семенного потомства, которое после размножения изучали в условиях селекционного питомника. Микропобеги (участки асептических растений с пазушной почкой) культивировали в течение 25 дн. на безгормональной селективной среде с минеральной основой по Мурасиге–Скугу (МС) [25], дополненной, в зависимости от варианта опыта, либо сульфатом цинка ($ZnSO_4 \times 7H_2O$) в количестве 202, 404, 606 мг/л, либо сульфатом меди ($CuSO_4 \times 5H_2O$) в количестве 23, 46, 66, 161, 184 мг/л. В качестве контроля была взята безгормональная среда МС с содержанием сернистой меди 0,025 мг/л, сернистого цинка – 8,6 мг/л [25]. Толерантные к тяжелым металлам регенеранты гречихи микроклонировали на безгормональной питательной среде МС (рис. 2). Пробирочные растения культивировали в контролируемых условиях световой комнаты при 16-часовом дне, температуре 23 °С, освещенности 4 клк. Количественное определение суммы флавоноидов проводили согласно М.Н. Запрометову [3] в Тихоокеанском институте биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН. Оптическую плотность исследуемого раствора определяли на спектрофотометре Shimadzu UV-1700.

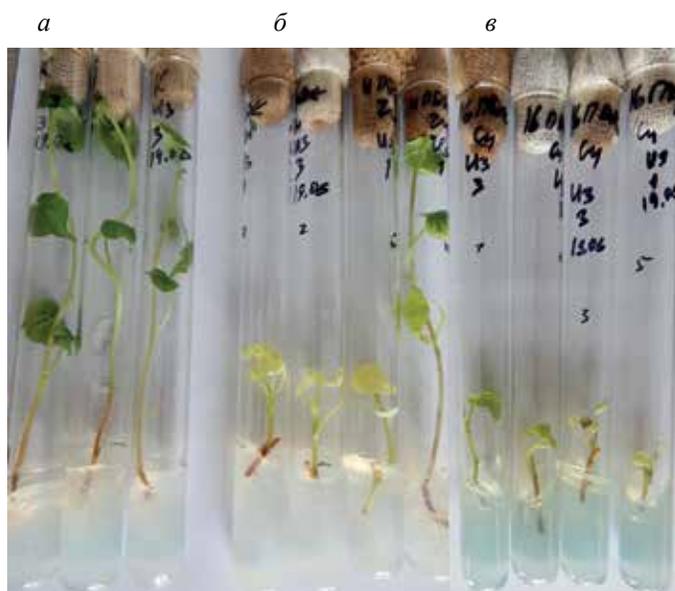


Рис. 2. Влияние действия тяжелых металлов на морфогенез гречихи сорта Изумруд в условиях *in vitro*: а – на контрольной среде без тяжелых металлов; б – на среде, содержащей 404 мг/л сульфата цинка, в – на среде с 184 мг/л сульфата меди

Результаты и обсуждение

В России и за рубежом селекционеры работают над выведением сортов гречихи с высоким содержанием флавоноидов (рутина) [6]. Использование продуктов питания, полученных из сортов такой гречихи, может предотвратить ряд заболеваний человека.

Исследуемые сорта гречихи по морфотипу были представлены индетерминантным (21 сорт) и детерминантным (10 сортов) типами роста стебля (табл.1).

Таблица 1

Продуктивность и содержание флавоноидов в надземной массе и плодах у индетерминантных и детерминантных сортов *F. esculentum*

Страна, регион России	Сорт	Содержание флавоноидов		Продуктивность одного растения, г	
		в плодах, мг/100 г	в надземной массе*, мг/г	Lim	$\bar{x} \pm S\bar{x}$
Индетерминантный тип роста					
Приморский край	Изумруд, стандарт	7,5 ± 0,2	20,1 ± 0,3	1,0–1,79	1,32
	При 7	5,0 ± 0,1	19,7 ± 0,2	0,78–1,55	1,12
Республика Татарстан	Чатыр Тау	7,7 ± 0,2	17,7 ± 0,2	0,75–1,06	0,92
	Никольская	4,0 ± 0,1	16,0 ± 0,1	0,86–1,31	1,08
	Саулык	7,3 ± 0,2	14,4 ± 0,1	0,65–0,94	0,82
	Батыр	4,7 ± 0,1	17,9 ± 0,2	0,57–0,92	0,75
	Черемшанка	7,7 ± 0,2	19,2 ± 0,2	0,75–1,54	1,15
Республика Башкортостан	Землячка	6,0 ± 0,1	24,0 ± 0,3	0,96–1,72	1,40
	Башкирская красностебельная	15,0 ± 0,2	26,6 ± 0,3	0,97–1,50	1,15
	Илишевская	7,1 ± 0,1	25,1 ± 0,3	0,99–1,52	1,28
	Агидель	8,3 ± 0,2	21,1 ± 0,2	0,86–1,77	1,32
	Уфимская	5,7 ± 0,1	16,6 ± 0,1	0,97–1,33	1,18
	Инзерская	9,7 ± 0,2	21,4 ± 0,2	1,06–1,85	1,48
Орловская область	Каёмчатая	10,0 ± 0,2	20,2 ± 0,2	0,40–0,98	0,72
	Молва	8,0 ± 0,2	21,4 ± 0,2	0,87–1,69	1,22
Новосибирская область	Наташа	8,3 ± 0,2	16,1 ± 0,1	0,78–1,50	1,05
Амурская область	Амурская местная	4,3 ± 0,1	19,2 ± 0,2	0,55–0,89	0,75
Нижегородская область	Стрелка	4,0 ± 0,1	19,4 ± 0,2	0,77–1,12	0,95
Япония	Китавэ соба	6,3 ± 0,1	19,5 ± 0,2	0,87–1,61	1,10
	Манкан	5,7 ± 0,1	16,4 ± 0,1	0,75–0,97	0,87
	Синанонацу соба	6,9 ± 0,1	19,7 ± 0,2	0,78–1,01	0,89
Детерминантный тип роста					
Новосибирская область	Ирменка	7,3 ± 0,2	21,1 ± 0,2	0,84–1,23	1,01
Орловская область	Дождик	5,3 ± 0,1	14,9 ± 0,1	0,67–1,02	0,85
	Есень	4,3 ± 0,1	18,9 ± 0,1	0,60–1,23	0,95
	Дружина	9,0 ± 0,2	17,1 ± 0,1	0,85–1,24	1,02
	Дизайн	4,0 ± 0,1	23,5 ± 0,3	0,86–1,52	1,15
	Девятка	8,3 ± 0,2	13,6 ± 0,1	0,78–1,43	1,18
	Диалог	7,0 ± 0,1	20,6 ± 0,2	0,98–1,62	1,38
	Деметра	6,7 ± 0,1	15,0 ± 0,1	1,15–1,5	1,32
	Дикуль	8,7 ± 0,2	15,4 ± 0,1	1,27–1,94	1,55
	Темп	6,3 ± 0,1	17,7 ± 0,1	0,97–1,35	1,15

* Содержание флавоноидов в фазу плодообразования.

У индетерминантных сортов верхушка побега заканчивается сложным соцветием, состоящим из кистей. Детерминантные растения характеризуются ограниченным ростом, и верхушечное соцветие у них представлено простой кистью.

Результаты определения флавоноидов показали существенные различия в их содержании в зависимости от генотипа *F. esculentum* и максимальные их количества в надземной массе (13,6–26,6 мг/г) по сравнению с плодами (4,0–15,0 мг/100 г). Содержание флавоноидов в надземной массе в 150–200 раз было выше, чем в плодах. Это подтверждается литературными данными и нашими собственными исследованиями. Максимальное содержание флавоноидов в надземной массе отмечается в фазу массового цветения, что связано с увеличением синтеза фенольных соединений в вегетативных (листья, стебли) и генеративных (бутоны, цветки) органах в период активного роста от фазы всходов до цветения. К фазе плодообразования содержание флавоноидов уменьшается [6, 14].

Самая высокая способность к накоплению флавоноидов в плодах (15,0 мг/100 г) характерна для индетерминантного сорта Башкирская красностебельная, который был получен из гибридной популяции с участием красноцветкового мутанта сорта Рубра (Каменец-Подольский аграрно-технический университет, Украина) и сортов Уфимская и Чишминская (Башкирский НИИСХ, Россия) [15]. У остальных генотипов индетерминантного типа роста этот показатель находился в пределах 4,0–10,0 мг/100 г, а у сортов детерминантного морфотипа – 4,0–9,0 мг/100 г. В надземной массе максимальное количество флавоноидов отмечено у индетерминантных сортов Башкирская красностебельная (26,6 мг/г), Землячка (24,0 мг/г) и Илишевская (25,1 мг/г) из Республики Башкортостан. Среди детерминантных растений наибольшее содержание флавоноидов имели сорта Дизайн, Ирменка и Диалог. Аналогичные результаты получены в условиях Орловской области у детерминантных сортов Дизайн и Диалог [14]. У широко распространенных в Приморском крае районированных сортов Изумруд и При 7 количество флавоноидов в надземной массе было не более 20,1 мг/г. В среднем наибольшая продуктивность в сравнении со стандартом Изумруд была отмечена у индетерминантного сорта Инзерская (на 0,16 г) и детерминантного Диккуль (на 0,23 г). Высокие показатели продуктивности местных сортов Изумруд и При 7, наряду с меньшей амплитудой ее изменчивости по годам, указывают на их лучшую приспособленность к эколого-географическим условиям Дальнего Востока. Полученные результаты могут быть использованы в селекции новых сортов *F. esculentum* с повышенным содержанием флавоноидов. Подбор родительских пар при этом проводится с учетом содержания флавоноидов в растениях гречихи.

Следует отметить, что *F. esculentum* как источник флавоноидов представляет несомненный интерес не только для пищевой промышленности, но и для медицины в качестве возможного лекарственного растительного сырья, тем более что данный вид широко культивируется в России и объемы получаемого урожая могут обеспечить необходимые для фармацевтики сырьевые ресурсы.

С целью выявления диагностических признаков для практической селекции нами проведены комплексные исследования, которые показали, что внутривидовые и внутрисортные изменения по окраске растений имеют широкий спектр (красные, красно-зеленые, зелено-красные и зеленые) и обусловлены не только генотипом сорта, но и в значительной степени изменчивостью, проявление которой зависит от различных факторов [6].

В результате химического анализа растений гречихи, отобранных по окраске, установлено, что растения гречихи сорта Изумруд и При 7 с красной окраской стебля и ветвей содержат больше рутина по сравнению с растениями, имеющими зеленый, зелено-красный и красно-зеленый цвета. По нашему мнению, антоциановая (темно-красная) окраска стеблей – хороший диагностический признак, который можно использовать для целенаправленного отбора растений гречихи с высоким содержанием рутина в надземной массе. Установлена высокая положительная корреляция ($r = 0,87$) между содержанием рутина в надземной массе и окраской растений у сортов При 7 и Изумруд. На основе полученных данных нами разработан способ отбора растений гречихи с высоким содержанием рутина в надземной массе [13]. Отбор растений проводится по антоциановой окраске стеблей в фазу плодообразования, что согласуется с литературными данными о зависимости

окраски органов растений от их химического состава. Эту закономерность можно использовать в селекции для отбора ценных форм [22].

Антоцианы (пигменты высших растений) – вещества фенольной природы, которые не только придают окраску органам растений, но и участвуют в защите их тканей от стрессовых воздействий (низких температур, загрязнений тяжелыми металлами, засухи и др.) [3, 10, 20]. Растения *F. esculentum* имеют белые, зеленые, розовые и красные цветки (рис. 3). По окраске цветков можно судить о содержании рутина в разных сортах гречихи. Наибольшее количество этого флавоноида было выявлено в растениях с красными (42,8 мг/г), наименьшее – с белыми цветками (34,0 мг/г).

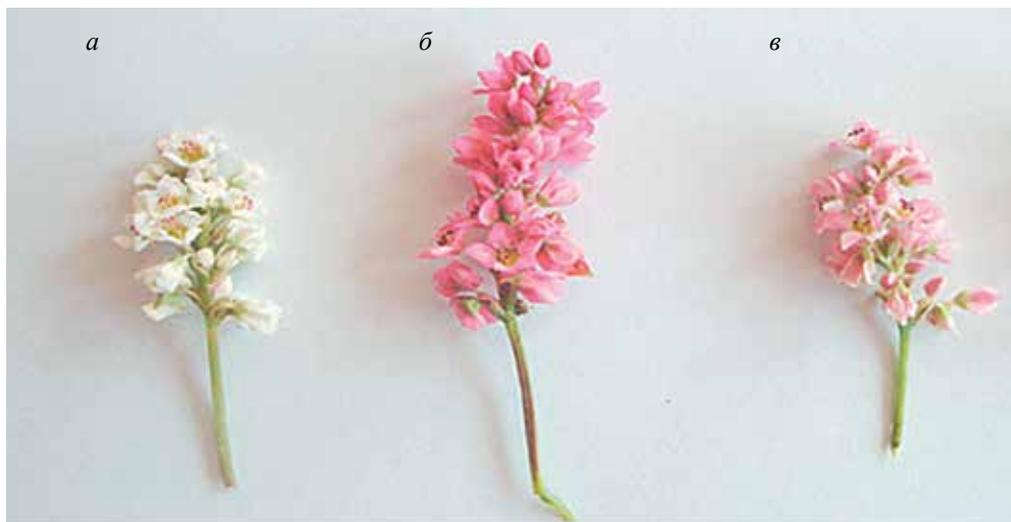


Рис. 3. Окраска цветков у сортов *F. esculentum*: а – белая, б – красная, в – розовая

Таким образом, красная окраска цветков – хороший диагностический признак, который можно использовать в качестве критерия при отборе растений гречихи с высоким содержанием флавоноидов. Следовательно, при создании новых сортов гречихи с повышенным содержанием флавоноидов уже на первых этапах целесообразно проводить отбраковку гибридного материала по окраске цветков, стеблей. Особое внимание при этом следует уделять использованию клеточной селекции культур *in vitro* в сочетании с гибридизацией, что позволит с помощью селективных фонов моделировать стрессовые условия и получать новые рекомбинанты растений с адаптивными реакциями. Это особенно перспективно и актуально. В Польше на фармацевтическом факультете Медицинского университета им. К. Марцинковского осуществлена регенерация растений из каллуса гречихи, а также выявлена возможность получения с помощью культуры тканей вторичных метаболитов, в частности рутина [16].

В лаборатории сельскохозяйственной биотехнологии ФНЦ агробiotехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки культивирование эксплантов гречихи на селективных средах *in vitro*, содержащих повышенные концентрации ионов меди и цинка, индуцировало большую часть положительных изменений. Проведенный химический анализ количественного содержания флавоноидов в растениях-регенерантах гречихи после культивирования на питательных средах с повышенными концентрациями сернокислой меди и сернокислого цинка выявил тенденцию к его увеличению с повышением концентрации соли цинка до 606 мг/л, соли меди до 161 мг/л (рис. 4).

Полевые испытания образцов гречихи, полученных под действием повышенных концентраций ионов меди и цинка, показали наличие у них изменений в сравнении с исходными сортами по ряду селекционных показателей, представленных в табл. 2.

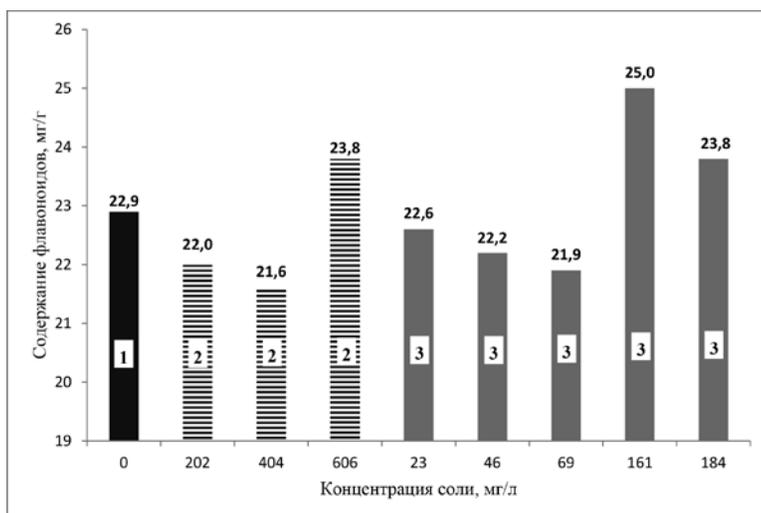


Рис. 4. Содержание флавоноидов в надземной массе у растений-регенерантов гречи-хи сорта Изумруд, полученных под действием ионов меди и цинка *in vitro*. Образцы: 1 – без тяжелых металлов, 2 – с сульфатом цинка, 3 – с сульфатом меди

Таблица 2

Селекционные показатели образцов гречи-хи, толерантных к ионам меди и цинка

Сорт, номер образца	Происхождение, содержание соли тяжелых металлов, мг/л	Продуктивность одного растения, г	Масса 1000 зерен, г	Содержание флавоноидов в надземной массе в фазу цветения, мг/г
Изумруд (исходный сорт)		1,12 ± 0,30	34,0	26,0 ± 0,1
575	404,0 ZnSO ₄ × 7H ₂ O	3,20 ± 0,24*	36,2*	35,0 ± 0,1*
468	606,0 ZnSO ₄ × 7H ₂ O	1,92 ± 0,28*	38,0*	24,0 ± 0,2
Изумруд × Китакасэ, 497	161,0 CuSO ₄ × 5H ₂ O (микробо-ег <i>in vitro</i>)	1,20 ± 0,48	30,4	36,0 ± 0,3*
Китакасэ (исходный сорт)		1,60 ± 0,21	32,0	20,0 ± 0,2
482	101,0 ZnSO ₄ × 7H ₂ O (микробо-ег <i>in vitro</i>)	1,13 ± 0,26	25,0	28,0 ± 0,2*
487	606,0 ZnSO ₄ × 7H ₂ O (микробо-ег <i>in vitro</i>)	2,09 ± 0,33*	36,0*	20,5 ± 0,2
547	46,0 CuSO ₄ × 5H ₂ O + колхицин 48 ч <i>in vitro</i>	0,85 ± 0,12	29,6	43,0 ± 0,1**
535	R30, 60,0 CuSO ₄ × 5H ₂ O <i>in vitro</i>	0,91 ± 0,12	32,0	28,0 ± 0,1*
517	R62, 60,0 CuSO ₄ × 5H ₂ O <i>in vitro</i>	1,81 ± 0,40*	31,0	20,0 ± 0,2
$\bar{x} \pm S\bar{x}$		1,58 ± 0,22	32,4 ± 1,2	28,5 ± 0,23
V***, %		45,7	11,7	25,9

*Различия достоверны при P < 0,05.

**Различия достоверны при P < 0,01 по сравнению с исходным сортом.

***V – коэффициент вариации.

Повышенные концентрации тяжелых металлов в большей степени отразились на изменчивости семенной продуктивности (коэффициент вариации 32,7 %). Содержание флавоноидов в надземной массе также характеризовалось значительной изменчивостью (коэффициент вариации 25,9 %). Отмечено среднее варьирование значений показателя признака «масса 1000 зерен» (11,7 %). Более детальный анализ результатов действия тяжелых

металлов свидетельствует, что существенные превышения показателей семенной продуктивности растения и массы 1000 зерен в сравнении с исходным сортом получены для растений гречихи, толерантных к ионам цинка (образцы 468, 487). Под действием повышенных концентраций ионов меди происходят положительные изменения в продуктивности семян с одного растения и содержании флавоноидов в надземной массе у образцов 517 и 497, 547, 535 соответственно. На основе сравнительного анализа установлено, что высокое содержание флавоноидов в надземной массе в фазу цветения (43 мг/г) имеет линия 547, полученная на основе японского сорта Китакасэ с применением сульфата меди (46 мг/л). Содержание флавоноидов у исходного сорта Китакасэ 20,0 мг/г, т.е. содержание флавоноидов в регенерантах гречихи после культивирования на селективных средах *in vitro* с повышенными концентрациями ионов меди, значительно повысилось. Отмечено высокое содержание флавоноидов в надземной массе у регенерантной линии 497, Изумруд × Китакасэ (161,0 $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) – 36,0 мг/г и линии 575 (404,0 $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$) – 35,0 мг/г, полученных на основе исходного сорта Изумруд (26,0 мг/г). В связи с этим особый интерес при создании высокоуротинных линий гречихи, по нашему мнению, представляет использование селективных сред с ионами тяжелых металлов.

В результате целенаправленной селекционной работы методами гибридизации и культуры тканей создан перспективный сорт Уссурочка (Изумруд × Черноплодная) × (Изумруд × Китакасэ) *in vitro* на селективной среде с ионами меди с повышенным содержанием флавоноидов в плодах (9,7 мг/г) и другими хозяйственно ценными признаками по сравнению с районированными сортами Изумруд и При 7. Сорт Уссурочка в 2017 г. передан на государственное сортоиспытание [7]. Высокая способность к накоплению фенольных соединений как важных компонентов антиоксидантной системы защиты растений может служить критерием высокой устойчивости растений к действию стрессовых факторов.

При создании нового сорта прежде всего необходимо определить его показатели на данном этапе селекции. Для этого разрабатывается модель будущего сорта. В связи с отсутствием модели сорта *F. esculentum* с повышенным содержанием флавоноидов для условий Дальнего Востока нами предпринята попытка ее создания с учетом оптимальных морфологических, биологических, биохимических и хозяйственно ценных признаков с использованием анализа 40-летних данных по селекции. Параметры сорта предусматривают повышение потенциальной урожайности до 3,0 т/га, массы 1000 зерен до 32–40 г. Морфотип модельного сорта должен быть красноцветковым, черноплодным, с вегетационным периодом 60–75 сут, адаптированным к условиям произрастания на Дальнем Востоке. Модель нового сорта предполагает увеличение содержания флавоноидов в плодах до 5, в надземной массе – до 80, цветках – до 140, листьях – до 100, проростках – до 30, корнях – до 15, стеблях – до 50, соломе – до 25 мг/г, плодовых оболочках – до 3 мг/г (табл. 3).

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют о перспективах использования клеточной селекции в культуре *in vitro* гречихи для получения регенерантных линий с повышенным содержанием флавоноидов и другими хозяйственно ценными признаками (продуктивность, масса 1000 зерен). Выявленные взаимосвязи между содержанием флавоноидов и окраской разных органов (стебель, цветки) *F. esculentum* позволяют внести некоторые коррективы в существующие методы отбора ценных форм с высоким содержанием флавоноидов (рутина), более адаптированных к абиотическим и биотическим стрессам. Определены диагностические признаки, которые целесообразно использовать в селекции для создания новых сортов, имеющих высокое содержание флавоноидов, с целью получения функциональных продуктов питания и перспективного отечественного источника Р-витаминного сырья для фармацевтической промышленности.

Параметры модели сорта *F. esculentum* с повышенным содержанием флавоноидов, адаптированного к абиотическим и биотическим факторам среды Дальнего Востока России

Признак	Показатели районированных сортов	Показатели модели сорта
Морфологические		
Окраска плода	коричневая	черная
Окраска ядрицы	светло-коричневая, салатная	салатная, светло-зеленая
Окраска цветка	белая и розовая	красная
Окраска стебля и ветвей	зеленая, зелено-красная	красная
Окраска семян	зеленая	фиолетовая
Окраска жилок у основания листа	зеленая	красная
Окраска корней в фазу созревания	коричневая	светло-коричневая
Размер листа	средний	средний, крупный
Высота растения, см	80–120	70–100
Толщина первого междоузлия, мм	3–5	5–7
Длина первого междоузлия, см	4–8	3–5
Число ветвей первого порядка, шт.	2–4	3–5
Число ветвей второго порядка, шт.	2–3	3–4
Число ветвей третьего порядка, шт.	1–2	2–3
Высота прикрепления первого соцветия, см	20–35	10–20
Количество соцветий на растении, шт.	15–30	30–50
Биологические		
Период вегетации, дни	70–85	60–75
Период всходы–цветение, дни	30–35	25–35
Период цветение–созревание, дни	40–50	35–40
Устойчивость к полеганию, балл	4–5	5
Устойчивость к осыпанию, балл	4–5	5
Устойчивость к фузариозу, балл	7–9	1–3
Засухоустойчивость, %	5–7	1–3
Корнеобеспеченность надземной массы в фазу созревания	0,05–0,10	0,10–0,30
Биохимические		
Содержание флавоноидов, мг/г:		
плоды	1–2	3–5
надземная масса	30–40	60–80
цветки	50–60	100–140
листья	40–55	80–100
стебли	12–25	30–50
корни	05–06	12–15
проростки	10–20	20–30
солома	10–15	20–25
плодовые оболочки	1–1,5	2–3
Выход флавоноидов с гектара, кг	70–100	150–250
Содержание сахара в одном цветке, мг	0,07–0,11	0,8–0,2
Содержание белка в плодах, %	10–14	12–14
Содержание аминокислот, %:		
валин	0,46–0,55	0,55–0,65
изолейцин	0,30–0,36	0,35–0,40
лейцин	0,96–1,16	0,10–1,25
лизин	0,80–0,95	0,85–0,15
метионин	0,02	0,02–0,03
треонин	0,50–0,60	0,55–0,70
фенилаланин	0,43–0,52	0,45–0,65
аргинин	0,82–0,98	0,85–0,10
Содержание крахмала в плодах, %	53–61	55–65

Признак	Показатели районированных сортов	Показатели модели сорта
Содержание жира в плодах, %	2,0–3,0	2,0–4,0
Содержание микроэлементов, мг/100 г:		
железо	7,7–8,3	8,0–8,5
кальций	0,07–0,09	0,08–0,10
магний	0,17–0,23	0,20–0,25
фосфор	0,25–0,33	0,30–0,40
цинк	0,035–0,040	0,040–0,050
Хозяйственные		
Потенциальная урожайность, т/га	2,0–3,2	3,0–4,0
Урожайность средняя, т/га	1,2–1,6	2,0–2,5
Продуктивность одного растения, г	1,0–3,5	3,5–5,5
Масса 1000 зерен, г	28–34	32–40
Пленчатость, %	20–23	20–23
Выравненность зерна, %	80–90	80–90
Выход крупы, %	75–78	76–80
Кулинарные достоинства крупы, балл	5	5

Таким образом, определены перспективные направления научных исследований по селекции гречихи на Дальнем Востоке:

– геномные и биотехнологические исследования с целью создания новых высокопродуктивных сортов гречихи, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Дальневосточного региона;

– развитие производства и глубокой переработки гречихи, создание новых качественных, в том числе функциональных, продуктов питания.

Для эффективного выполнения поставленных задач необходимы междисциплинарные исследования совместно с Тихоокеанским институтом биоорганической химии им. Г.Б. Елякова ДВО РАН, ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Институтом химии ДВО РАН, ДВФУ и другими учреждениями региона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барсукова Е.Н. Клеточная селекция гречихи посевной в условиях ионного стресса // *Аграрная Россия*. 2013. № 10. С. 2–4.
2. Высочина Г.И. Фенольные соединения в систематике и филогении семейства гречишных. Новосибирск, 2004. 240 с.
3. Запретов М.Н. Фенольные соединения: распространение, метаболизм и функции в растениях. М.: Наука, 1993. 272 с.
4. Казанцева В.В., Гончарук Е.А., Фесенко А.Н., Широкова А.В., Загоскина Н.В. Особенности образования фенольных соединений в проростках гречихи (*Fagopyrum esculentum* Moench) различных сортов // *Сельхоз. биология*. 2015. Т. 50, № 5. С. 611–619.
5. Калашникова Е.А. Биологические основы клеточной селекции растений // *Докл. ТСХА*. 2003. Вып. 275. С. 110–112.
6. 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.
7. Клыков А.Г., Барсукова Е.Н., Парская Н.С. Основные направления и методы в селекции гречихи на Дальнем Востоке // *Генофонд и селекция растений: материалы IV Междунар. науч.-практ. конф.*, Новосибирск, 4–6 апр. 2018 г. Новосибирск: ИЦИГ СО РАН, 2018. С. 176–180.
8. Клыков А.Г., Моисеенко Л.М., Горовой П.Г. Сезонная динамика содержания рутина и продуктивность надземной фитомассы у трех видов *Fagopyrum* Mill., выращиваемых в Приморском крае // *Растительн. ресурсы*. 2003. Вып. 3. С. 77–82.
9. Костюк В.А., Потапович А.И. Биорадикалы и биоантиоксиданты. Минск: Изд-во БГУ, 2004. 179 с.
10. Куркин В.А. Фармакогнозия. 2-е изд., перераб. и доп. Самара: Офорт, 2007. 1239 с.

11. Машковский М.Д. Лекарственные средства. 16-е изд., перераб., исправ. и доп. М.: Новая волна, 2012. 1216 с.
12. Моисеенко А.А., Моисеенко Л.М., Клыков А.Г., Барсукова Е.Н. Гречиха на Дальнем Востоке. М.: Росинформротех, 2010. 276 с.
13. Пат. 2255466 Российская Федерация, МПК⁷ А 01 Н 1/04. Способ отбора растений гречихи с высоким содержанием рутина в надземной массе / А.Г. Клыков, Л.М. Моисеенко; ПримНИИСХ РАСХН. № 2003108308; заявл. 25.03.2003; опубл. 10.07.2005, Бюл. № 19.
14. Полежаева Н.Н., Павловская Н.Е. Динамика накопления биохимических соединений антиоксидантного действия в разных органах гречихи в процессе онтогенеза // Фундамент. исслед. 2013. № 10. С. 357–361.
15. Сабитов А.М., Магафурова Е.Ф., Хуснутдинов В.В. О новых направлениях селекции гречихи в Башкирском НИИСХ // Достижения науки и техники АПК. 2010. № 3. С. 20–22.
16. Сергеева Л.Е., Бронникова Л.И. Клеточная селекция с ионами тяжелых металлов: новые аспекты комплексной устойчивости // Биология клеток растений *in vitro* и биотехнология: сб. тез. X Междунар. конф., Казань, 1–6 окт. 2013. Казань, 2013. С. 82–83.
17. Соколов О.А. Качество урожая гречихи. Пушкино: ПНЦБИ РАН, 1983. 264 с.
18. Чайка А.К., Клыков А.Г. Приоритетные направления в развитии агропромышленного комплекса Дальнего Востока России // Вестн. ДВО РАН. 2016. № 2. С. 24–30.
19. Blokhina O., Virolainen E., Fagerstedt K.V. Antioxidants, oxidative damage and oxygen deprivation stress: a review // *Ann. Bot.* 2003. Vol. 91. P. 179–194.
20. Cheynier V., Comte G., Davis K.M., Lattanzio V., Martens S. Plant phenolics: recent advances on their biosynthesis, genetics, and ecophysiology // *Plant Physiol. Biochem.* 2013. Vol. 72. P. 1–20.
21. Gill S.S., Tuteja N. Reactive oxygen species and antioxidant machinery in abiotic stress tolerance in crop plants // *Plant Physiol. and Biochem.* 2010. Vol. 48. P. 909–930.
22. Kosyan A., Sytar O., Taran N. Anthocyanins as marker for selection buckwheat plants with high rutin content // *Advances in buckwheat research: Proc. of the 11th Int. Symp. on buckwheat.* Orel, 2010. P. 314–319.
23. Lattanzio V., Kroon P.A., Quideau S., Treutter D. Plant phenolics-secondary metabolites with diverse functions // *Recent advances in polyphenol research / eds F. Daayf, V. Lattanzio.* Oxford: Wiley-Blackwell, 2008. Vol. 1. P. 1–35.
24. Mittler R. Oxidative stress, antioxidants and stress tolerance // *Trends in Plant Sci.* 2002. Vol. 7. P. 405–410.
25. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures // *Physiol. Plant.* 1962. Vol. 15, N 13. P. 473–497.
26. Salah N., Miller N.J., Paganga G., Tijburg L., Bolwell G.P., Rice-Evance C. Polyphenolic flavanols as scavengers of aqueous phase radicals and chain-breaking antioxidants // *Arch. Biochem. Biophys.* 1995. Vol. 322. P. 339–346.

Г.П. ВЛАСЕНКО

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ СОРТОВ КАРТОФЕЛЯ В УСЛОВИЯХ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

Представлен сравнительный анализ экологической пластичности и стабильности перспективных сортов картофеля. В период изучения (2013–2016 гг.) наиболее урожайными были сорта Югана, Ладожский (28,3 т/га), Маделине (28,6 т/га), Радонежский (31,3 т/га), Сафо (30,3 т/га), Гейзер (28,7 т/га). Абсолютный показатель коэффициента адаптивности этих сортов более единицы: от 1,01 (Югана, Ладожский) до 1,11 (Радонежский). На основе проведенного анализа к сортам интенсивного типа отнесены Радонежский, Маделине, Сафо ($b_i = 1,29–1,51$), к пластичным – Гейзер, Югана, Рябинушка, Ладожский, Ручеек, Аврора ($b_i = 0,73–1,02$). Наибольшей стабильностью отличались сорта Радонежский, Гейзер, стабильными по годам были сорта Ручеек, Аврора, но урожайность у них на 2,0 и 2,1 т/га ниже средней по опыту. Из изученной группы сортов с учетом комплекса хозяйственно ценных признаков целесообразно выращивать отечественные интенсивные сорта Радонежский, Сафо, пластичные Гейзер, Югана.

Ключевые слова: картофель, сорт, экологическая пластичность, стабильность, коэффициент адаптивности, урожайность, вкусовые качества, товарность урожая, сохранность клубней.

Adaptive potential of grades of potatoes in the conditions of Kamchatka Krai. G.P. VLASENKO (Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture, Kamchatka Krai, Yelizovsky District, Sosnovka village).

The comparative analysis of ecological plasticity and stability of perspective varieties of potatoes is presented in the article. During the test period (2013–2016) the most fruitful were the following varieties: Yugana, Ladozhskiy (28.3 t/ha), Madeline (28.6 t/ha), Radonezhskiy (31.3 t/ha), Safo (30.3 t/ha), Geyzer (28.7 t/ha). The absolute measure of adaptability coefficient of these grades is more than a unit: from 1.01 (Yugana, Ladozhskiy) up to 1.11 (Radonezhskiy). On the basis of the conducted analysis the following varieties are referred to an intensive type: Radonezhskiy, Madeline, Safo ($b_i = 1.29–1.51$) and the following varieties are referred to a plastic type: Geyzer, Yugana, Ryabinushka, Ladozhskiy, Rucheeck, Aurora ($b_i = 0.73–1.02$). The most stable varieties were Radonezhskiy and Geyzer, annualized stable varieties were Rucheeck and Aurora, but their productivity was 2.0 and 2.1 t/ha lower than the average by experience. From the studied group of varieties, taking into account the complex of economically valuable features, it is expedient to grow up domestic, intensive varieties Radonezhskiy, Safo and plastic varieties Geyzer, Yugana.

Key words: potatoes, variety, ecological plasticity, stability, adaptability coefficient, productivity, eating qualities, harvest marketability, safety of tubers.

Выращивание картофеля – основной продовольственной культуры на Камчатке – имеет свои особенности. Лимитирующим фактором является обеспеченность растений теплом. Средняя температура самого теплого месяца (август) на полуострове не выше 12–13 °С. На юго-восточном его побережье, где преимущественно и возделывается картофель, сумма среднесуточных температур выше 10 °С составляет 1056–1089 °С. Вегетационный период непродолжителен – 80–90 дней. В целом температурный режим можно считать удовлетворительным, обеспечивающим биологические требования культуры.

ВЛАСЕНКО Галина Панфиловна – кандидат сельскохозяйственных наук, заместитель директора по научной работе (Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Камчатский край, Елизовский район, пос. Сосновка). E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

Однако за короткий вегетационный период картофель не успевает вызреть полностью, и его убирают, когда кожура на клубнях еще не окрепла. В связи с особенностями почвенно-климатических условий на Камчатке возделывают раннеспелые и среднеранние сорта картофеля [2].

К неблагоприятным факторам внешней среды для картофеля следует отнести недостаток влаги в первой половине лета, избыточное увлажнение почвы во второй, высокую относительную влажность воздуха, способствующую в условиях умеренных температур массовому развитию грибных и бактериальных болезней. Наиболее распространены черная ножка, кольцевая гниль, фитофтороз, ризоктониоз, альтернариоз, ооспороз, парша обыкновенная, пуговичная гниль [11].

Вирусные заболевания, распространенные на Камчатке, обусловлены отсутствием в массе тлей – переносчиков вирусов. Картофель здесь на 80–100 % поражен вирусами, которые передаются механическим путем и вызывают обыкновенную мозаику, мозаичное закручивание листьев; морщинистая и полосчатая мозаики встречаются редко [3].

Дальнейшее развитие картофелеводства, обеспечение стабильного валового производства картофеля в хозяйствах всех категорий и повышение его эффективности возможно на основе осуществления комплекса мероприятий, в том числе повышения эффективности использования сортовых ресурсов, прежде всего лучших отечественных селекционных достижений [9, 13].

Внедрение новых сортов, имеющих определенные преимущества перед ранее использованными, – важнейший фактор увеличения производства картофеля. Именно сорт как один из элементов инновационной технологии позволяет совершенствовать всю систему сельскохозяйственного производства и повышать его рентабельность на разных этапах: при выращивании (за счет более высокой устойчивости к болезням, вредителям и неблагоприятным условиям среды) и при реализации (за счет высокой урожайности и высокого качества продукции) [12].

Важнейшие требования к современному сортименту картофеля – его экологическая пластичность, включающая отзывчивость генотипа на изменение условий, и стабильность основных параметров продуктивности, в первую очередь урожайности товарных клубней. Особенно это касается северных территорий на границе ареала возделывания картофеля [5, 6].

Постоянное улучшение сортового пакета – необходимая составляющая в интенсификации картофелеводства. Вместе с тем большинство районированных сортов картофеля недостаточно адаптированы к местным условиям, что приводит к потерям урожайности и ее широкой вариабельности по годам. Внедрение новых сортов, способных противостоять воздействию неблагоприятных абиотических и биотических факторов среды, позволит полное удовлетворять потребность населения в качественном картофеле [1].

Реестр селекционных достижений, разрешенных к применению на территории п-ова Камчатка, постоянно пополняется сортами отечественной и зарубежной селекции. Эффективно использовать сорта можно, только имея информацию об их продуктивности, адаптивности и стабильности в конкретных почвенно-климатических условиях.

Цель исследований – оценка сортов картофеля по урожайности, параметрам пластичности, стабильности и выявление сортов, обладающих высокими урожайностью и степенью адаптации к условиям короткого периода вегетации в Камчатском крае.

Условия, материалы и методы

Исследования проводили в 2013–2016 гг. согласно общепринятым методикам [7, 10]. Пластичность изучаемых сортов и стабильность оценивали по методике С.А. Эберхарта и У.А. Рассела в изложении В.А. Зыкина [4]. Коэффициент адаптивности (K_a) сортов вычисляли по методике, предложенной А.А. Малявко [8].

Изучали отечественные сорта Радонежский, Рябинушка, Ладожский, Ручеек, Аврора (Всеволожская селекционная станция), Югана (ВНИИКХ, СибНИИСХиТ), Сафо (СибНИИРС), Лазарь (СибНИИСХ), Гейзер (Камчатский НИИСХ), а также Маделине, стандартные районированные сорта Фреско, Сантэ (Нидерланды). Изучаемые сорта устойчивы к золотистой картофельной нематоде, кроме сортов Югана и Лазарь.

Опыты закладывали на охристой вулканической почве, легкой по гранулометрическому составу, имеющей следующие агрохимические показатели: содержание гумуса – 6,6 %, $pH_{\text{сол}} - 5,4$, $P_2O_5 - 81$, $K_2O - 110$ мг/кг почвы, гидролитическая кислотность – 3,82, обменная кислотность – 0,075, содержание кальция – 6,0 ммоль/100 г почвы, магний и алюминий отсутствуют.

Площадь делянки 25 м², повторность четырехкратная. Масса посадочных клубней 50–80 г. В первый год для посадки использовали семенной материал класса элита, в последующие – из урожая предыдущего года. Срок посадки 12–15 июня. Густота посадки 47,6 тыс. растений на 1 га. Семенной картофель перед посадкой проращивали в течение 25–30 дней при температуре 16–18 °С. Минеральные удобрения в дозе (NPK)₁₂₀ вносили локально в борозды. Уход за растениями включал химическую обработку баковой смесью титуса и зенкора (0,04 + 0,4 кг/га) по всходам картофеля, одну междурядную механическую обработку и окучивание. Согласно системе мероприятий по защите картофеля, разработанной для Камчатского края, растения во время вегетации 3–4 раза опрыскивали фунгицидами (Ридомил Голд МЦ – 2,5, Танос – 0,6, Акробат МЦ – 2,0, Ордан – 2,0 кг/га) против фитофтороза и альтернариоза. Предуборочное удаление ботвы состояло из обработки растений реглоном-супер в дозе 2,0 л/га (13–14 сентября) и скашивания косилкой-измельчителем КИР-1,5.

Погодные условия существенно различались по годам исследований. Вегетационные периоды 2013 и 2014 гг. были более благоприятными для роста и развития картофеля: сумма активных температур в эти годы была выше среднееголетнего значения на 390 и 328 °С, осадков в летние периоды выпало 176,3 и 229,2 мм, что составляет 65,5 и 85,2 % от нормы. Вегетационный период 2015 г. был менее теплым, сумма активных температур – на уровне многолетнего значения 1094 °С, осадков за летние месяцы выпало 362,8 мм – на 34,8 % больше нормы. В 2016 г. сумма активных температур составила 1335 °С, сумма осадков – 321,8 мм, в отдельные периоды роста и развития картофеля наблюдался переизбыток влаги.

Результаты исследований

Урожайность по годам менялась и в среднем составила, т/га: 2013 г. – 29,5; 2014 г. – 34,9; 2015 г. – 20,0; 2016 г. – 28,1. Наиболее урожайными были сорта Радонежский, стандарт Сантэ, Сафо, Гейзер, Маделине, Югана, Ладожский – 31,3; 31,2; 30,1; 28,7; 28,6; 28,3; 28,3 т/га соответственно (табл. 1).

В качестве параметра, характеризующего пластичность сорта, использовали коэффициент регрессии (b_i). По пластичности выделены три группы сортов. Сорта Маделине, Радонежский, Сафо проявляли сильную отзывчивость на изменение условий среды, коэффициент регрессии у них выше единицы ($b_i > 1$) и составляет 1,30; 1,29 и 1,51 соответственно. Это сорта интенсивного типа, способные формировать высокую урожайность при благоприятных почвенно-климатических условиях.

Сорта с коэффициентом регрессии, близким к единице или равным ей, можно характеризовать как пластичные – Гейзер, Югана, Ладожский, Аврора, Рябинушка, Ручеек ($b_i = 0,73-1,08$). Сорт Лазарь, коэффициент регрессии которого значительно ниже единицы ($b_i = 0,61$), относится к нейтральному типу. Равной урожайностью и равным коэффициентом регрессии характеризовались пластичные сорта Югана, Гейзер, Ладожский, но первый был менее стабилен ($S_i^2 = 5,79$), сорта Гейзер ($S_i^2 = 1,1$), Ладожский

Урожайность и параметры экологической пластичности и стабильности сортов картофеля по годам

Сорт	Урожайность, т/га					Коэффициент		Стабильность, S_i^2
	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Среднее	регрессии, b_i	адаптивности, K_a	
Стандарт Фреско	29,0	32,4	20,1	27,8	27,3	0,83	0,97	1,38
Югана	30,2	32,1	21,1	29,9	28,3	0,77	1,01	5,79
Маделине	31,9	37,2	17,8	27,3	28,6	1,30	1,00	4,68
Стандарт Сантэ	31,8	38,7	21,5	32,8	31,2	1,13	1,10	3,71
Рябинушка	29,8	35,4	19,7	27,5	28,1	1,02	0,99	0,14
Радонежский	33,6	40,1	21,0	30,6	31,3	1,29	1,11	0,58
Сафо	29,7	41,4	18,4	30,9	30,1	1,51	1,05	7,71
Гейзер	28,5	34,4	22,9	29,0	28,7	0,73	1,03	1,10
Ладожский	30,5	32,9	21,8	27,8	28,3	0,77	1,01	2,33
Ручеек	26,7	33,2	17,2	26,9	26,0	1,08	0,92	1,37
Лазарь	25,1	27,8	19,3	22,0	23,6	0,61	0,84	3,16
Аврора	27,6	32,9	19,2	24,5	26,1	0,94	0,92	2,33
Среднее X_i	29,5	34,9	20,0	28,1	28,1	–	–	–
Индекс среды I_i	14,1	67,52	–81,23	–0,40	0	–	–	–

($S_i^2 = 2,33$) можно отнести к стабильным. Среди интенсивных сортов наиболее стабильные прибавки или снижение урожайности в зависимости от условий года отмечались у сорта Радонежский ($S_i^2 = 0,58$), средние – у сорта Маделине ($S_i^2 = 4,68$), нестабильным поведением характеризовался сорт Сафо ($S_i^2 = 7,71$).

О продуктивных возможностях изучаемых сортов можно судить по полученному среднему коэффициенту адаптивности (K_a), который в опыте варьировал от 0,92 до 1,11. Только 6 сортов из 10 изучаемых в среднем за 4 года испытаний имели коэффициент адаптивности выше 1. По абсолютному показателю коэффициента адаптивности сорта расположились в следующем порядке: Радонежский (1,11), стандарт Сантэ (1,10), Сафо (1,05), Гейзер (1,03), Югана и Ладожский (1,01), Маделине (1,0). Менее адаптивными к условиям короткого периода вегетации были сорта Рябинушка (0,99), стандарт Фреско (0,97), Ручеек и Аврора (0,92). Самую низкую адаптивность показал сорт Лазарь (0,84). Коэффициент адаптивности менее единицы указывает на их низкую экологическую устойчивость.

Изучаемые сорта оценивались по основным хозяйственно ценным параметрам. Высокий уровень товарности урожая отмечен у сортов Рябинушка (96,3 %), Радонежский (96,1 %), Ладожский (95,2 %), Гейзер (94,3 %), Сафо (93,9 %) (табл. 2).

Наиболее высокую массу товарных клубней (108,7; 117,3; 105,4; 122,4 г) имели сорта Рябинушка, Радонежский, Сафо, Ладожский, самые мелкие клубни (71,0 и 78,5 г) были у сортов Аврора и Лазарь соответственно.

Содержание сухих веществ в клубнях у большинства изучаемых сортов находилось в пределах от 19,05 до 20,74 %, у сортов стандарт Фреско и стандарт Сантэ – 21,22 и 19,38 % соответственно. Повышенным содержанием сухих веществ по сравнению со стандартами характеризовался сорт Лазарь (28,37 %), пониженным – Маделине (17,33 %).

По содержанию крахмала выделялись сорта Лазарь (19,9 %) и Югана (14,8 %). У остальных изучаемых сортов (Сафо, Аврора, Рябинушка, Радонежский, Гейзер, Ладожский, Ручеек) крахмалистость находилась в пределах 11,1–13,0 %.

Отличными вкусовыми качествами (9,0 балла) наряду со стандартом Фреско обладал сорт Лазарь, хорошими (6,0–7,5 балла) – Ручеек, Аврора, Ладожский, Сафо, Радонежский, Гейзер, стандарт Сантэ, Югана, удовлетворительными (5,0–5,5 балла) – Рябинушка и Маделине.

По результатам весеннего фитопатологического анализа (среднее за 2013–2016 гг.) установлено, что лучше всего сохранился урожай сортов Сафо, Аврора, Гейзер, Ручеек –

Характеристика сортов картофеля по основным хозяйственно ценным параметрам, 2013–2016 гг.

Сорт	Товарность урожая, %	Средняя масса товарного клубня, г	Содержание сухого вещества, %	Содержание крахмала, %	Дегустационная оценка, баллы	Сохранность клубней, %
Стандарт Фреско	94,1	106,5	21,22	14,1	9,0	97,4
Югана	91,6	99,6	21,80	14,8	7,5	95,6
Маделине	91,2	98,7	17,33	10,6	5,5	93,5
Стандарт Сантэ	93,3	95,4	19,38	12,0	7,1	95,7
Рябинushка	96,3	108,7	19,31	12,5	5,0	85,4
Радонежский	96,1	117,3	19,50	12,0	6,5	94,8
Сафо	93,9	105,4	19,06	11,1	6,5	97,3
Гейзер	94,4	99,6	20,74	12,2	7,0	98,5
Ладожский	95,2	122,4	19,05	12,2	6,1	96,0
Ручеек	93,5	96,9	19,97	13,0	6,0	98,7
Лазарь	89,8	78,5	28,37	19,9	9,0	95,6
Аврора	86,4	71,0	20,70	11,8	6,0	98,4

97,3–98,7 %, несколько уступали им Радонежский (94,8 %), Югана и Лазарь (95,6 %), Ладожский (96,0 %). Низкая сохранность клубней при хранении отмечалась у сорта Рябинushка (85,4 %).

Таким образом, комплексная оценка урожайности и параметров адаптивности ряда сортов картофеля показала, что для получения стабильно высокого урожая этой культуры целесообразно выращивать отечественные интенсивные сорта Радонежский, Сафо – в сельхозпредприятиях с высоким уровнем агротехники, пластичные Гейзер, Югана – в личных подсобных, крестьянских и фермерских хозяйствах.

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. Экологическая пластичность некоторых сортов картофеля в условиях Камчатского края // Вестн. Рос. с.-х. науки. 2015. № 2. С. 38–40.
3. Гнутова Р.В, Золотарева Е.В. Болезни овощных культур и картофеля на Дальнем Востоке России. Владивосток: Дальнаука, 2011. 169 с.
4. Зыкин В.А., Мешкова В.В., Сапега В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. указания. Новосибирск, 1984. 23 с.
5. Котова З.П., Лыкова Н.А. Перспективные сорта картофеля в экологическом испытании на территории Карелии // Земледелие. 2006. № 5. С. 44–45.
6. Макаров В.И., Хлопок М.С. Оценка сортов картофеля // Картофель и овощи. 2017. № 8. С. 31–33.
7. Методика исследований по культуре картофеля. М.: НИИКХ, 1967. 263 с.
8. Молявко 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. Пшеченков К.А. Методические указания по оценке сортов картофеля на пригодность к переработке и хранению / К.А. Пшеченков, О.Н. Давыденкова, В.И. Седова и др. М.: ВНИИКХ, 2008. 39 с.
11. Ряховская Н.И., Гайнатулина В.В., Власенко Г.П. Агробиологическое обоснование возделывания семенного картофеля в условиях Камчатского края. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2016. 240 с.
12. Серегина Н.И. Сорт, качество, технология – факторы высокой урожайности картофеля // Картофель и овощи. 2012. № 6. С. 7–8.
13. 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.

А.С. КОРНИЛОВ, Т.О. КОРНИЛОВА, М.О. БУРЛЯЕВА

Исходный материал для селекции новой для России бобовой культуры вигны угловатой (*Vigna angularis* (Willd.)) – адзуки

Исследованиями Приморской овощной опытной станции установлено, что новая для России овощная культура вигна адзуки способна решить проблему получения зерна фасоли в условиях муссонного климата Дальневосточного федерального округа.

Изучено 109 образцов адзуки. Выявлено 12 образцов с ценными для селекционной работы хозяйственно-биологическими показателями.

Разработаны две модели сорта: для садово-огородного использования в овощеводстве и выращивания в качестве полевой культуры в овощеводстве.

Созданы перспективные образцы, которые испытываются в селекционном и конкурсном питомниках.

Ключевые слова: вигна адзуки, ценные хозяйственно-биологические показатели, модель сорта, перспективные образцы.

The initial material for the selection of a new for Russia legume Vighna-Adzuki (*Vigna angularis* (Willd.)). A.S. KORNILOV, T.O. KORNILOVA, M.O. BURLIAEVA (Primorskaya Vegetable Experimental Station – Branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Center of Vegetable Breeding”, Primorsky Krai, Surazhevka village).

Researches of Primorskaya Vegetable Experimental Station have established, that new for Russia vegetable culture Vigna-Adzuki is capable to solve problem of reception of bean grain in conditions of monsoon climate of the Far Eastern Federal District.

109 samples of Adzuki were studied. 12 samples with valuable for selection work economic and biological indices were revealed.

Two models of the variety were developed: for gardening use in vegetable growing and cultivation as a field culture in vegetable growing.

The prospective samples which are tested in breeding and competitive nurseries are created.

Key words: Vighna-Adzuki, valuable economic-biological indicators, model of a variety, perspective samples.

Зерно бобовых – ценный пищевой продукт. Для его получения в России как в промышленных масштабах, так и в садово-огородном овощеводстве в основном выращивают фасоль обыкновенную (*Phaseolus vulgaris* L.). На Дальнем Востоке период созревания ее зерна совпадает с сезоном муссонных дождей, когда практически ежегодно в августе–сентябре выпадает 300–400 мм осадков. Это вызывает широкое распространение на этой культуре грибных болезней, особенно антракноза. Растения, бобы, семена

*КОРНИЛОВ Александр Степанович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, КОРНИЛОВА Татьяна Олеговна – младший научный сотрудник (Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства, Приморский край, с. Суражевка), БУРЛЯЕВА Марина Олеговна – куратор коллекции вигны (Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург). *E-mail: kvg_55@mail.ru

покрываются бурыми, до красно-бурых, пятнами. При эпифитотии растения погибают, семена теряют товарный вид, становятся непригодными в пищу и для посева.

В странах Азиатско-Тихоокеанского региона на зерно широко выращивается другой вид бобовых – вигна угловатая (*Vigna angularis* (Willd.)), или адзуки. Она имеет большой потенциал как источник высокобелкового (до 28 % сухого вещества) зерна [1] в экстремальных условиях муссонного климата российского Дальнего Востока, но у нас она слабо изучена.

В настоящее время в Госреестр РФ включены 19 сортов «спаржевой» вигны китайской (*Vigna unguiculata* (L.)) [2]. Эту культуру (около 200 образцов, в основном из Китая) изучали на Дальневосточной опытной станции ВИР. Урожайность зерна достигала 30,0 ц/га. В основном масса 1000 семян варьировала от 100 до 170 г. Выявлено 27 образцов с важными в условиях муссонного климата Приморья и ценными для селекции признаками [8].

С 2015 г. в филиале ФГБНУ ФНЦО на Приморской овощной опытной станции (ООС) изучают исходный материал для селекции зерновой вигны – адзуки. Целью нашей работы является создание и внедрение сортов адзуки, пригодных к выращиванию в муссонном климате Дальнего Востока. На начальном этапе необходимо было:

изучить образцы адзуки, происходящие из широкого эколого-географического ареала, в полевых условиях юга Приморья,

разработать модели сортов для двух направлений использования – садово-огородного и в качестве полевой культуры,

создать и выделить перспективные образцы для дальнейшей селекционной работы.

Условия и методы исследования

Исследования проведены в 2015–2018 гг. на опытном поле Приморской ООС (г. Артем, с. Суражевка) в прибрежной (южной) агроклиматической зоне Приморского края.

Почвы лугово-бурые, со слабокислой реакцией среды ($pH_{\text{сол.}} 5,5-5,9$), очень высоким содержанием подвижного фосфора и обменного калия, повышенным содержанием гумуса (5,0–5,1 %).

Количество выпавших осадков (соответственно за период вегетации и в критический период августа–сентября) в годы исследования было следующим: 2015 г. – 582 и 276 мм, 2016 г. – 1084 и 406 мм, 2017 г. – 608 и 173 мм, 2018 г. – 856 и 416 мм. Норма (по многолетним показателям) – 639 и 244 мм соответственно. По осадкам 2016 и 2018 гг. были крайне неблагоприятными для возделывания фасоли, 2015 и 2017 гг. – относительно благоприятными.

За 4 года изучено 109 образцов адзуки, из них 105, в основном китайского происхождения, – из ВИР им. Н.И. Вавилова, 4 – оригинальные из стран АТР.

Площадь учетной деланки 3,6 м², повторность однократная. Схема посева 45 + 45 + 90, на агромелиоративных грядах с шириной по осям борозд 180 см. Шаг посева 10 см.

Учеты, наблюдения, обработку данных проводили по общепринятым методикам [1, 3–7].

Результаты исследований

Из 109 образцов адзуки подавляющее количество было выбраковано из-за большой продолжительности вегетационного периода. В условиях Приморья для этой культуры он составляет не более 110 дней. У большинства образцов, особенно китайского происхождения, он превысил данное значение, и к периоду уборки, ограниченному первым заморозком (первая декада октября), вызреваемость бобов на данных образцах составила менее 50 %.

Кроме того, выбраковке подверглись образцы с раскидистой (высота главного стебля достигает более 20 см, длина ветви около 150 см) и стелющейся (растение лежит на земле) формой куста и, частично, полукустовой (нижние ветви касаются земли). Учеты проводили у образцов с кустовой сжатой и кустовой полусжатой формой растения.

Лучшие образцы, отвечающие данным требованиям, представлены в таблицах.

Как видно из табл. 1, наибольшую урожайность зерна в среднем за 3 года наблюдений имели образцы 8944, б/н (ДВ); 12395, Daikoki (Япония); 12399, Wase maruna (Япония), наибольшую продуктивность – образцы из Японии 12399, Wase maruna, 12473, Takai, 12396, Shimosnivaru. Самые крупные семена были у образцов 8145, б/н (ДВ), 12395, Daikoki и 12473, Takai (Япония). Следует отметить, что данный показатель незначительно колеблется по годам.

Таблица 1

Урожайность зерна лучших образцов адуки в коллекционном питомнике Приморской ООС, 2016–2018 гг.

Образец	Происхождение	Урожайность, ц/га	Продуктивность, г/раст.	Масса 1000 семян, г	Бобы		
					шт./1 раст.	длина, см	кол-во семян/1 боб
8944, б/н	ДВ	21,7	16,4	133	14,1	10,1	8,8
12395, Daikoki	Япония	21,3	14,6	163	11,0	10,5	8,0
12399, Wase maruna	Япония	21,0	21,1	133	19,0	9,9	8,6
12473, Takai	Япония	18,9	18,2	160	13,3	10,2	8,5
12396, Shimosnivaru	Япония	18,5	18,2	138	16,1	9,8	8,3
Прима	Канада	17,8	13,8	136	12,3	9,9	8,6
12233, Kuntoki	Япония	17,7	16,8	157	13,0	10,9	8,4
14520, Hong Hua Lion Xiao	Китай	17,2	16,3	149	14,8	8,6	7,4
14521, б/н	Китай	14,8	15,0	142	15,0	8,8	7,3
8145, б/н	ДВ	13,4	12,7	214	8,7	8,5	7,0
4930, б/н	Япония	12,3	15,3	126	14,4	9,1	8,6
617530, б/н	Китай	5,3	12,5	140	9,8	9,1	9,0

Примечание. Здесь и в табл. 2: ДВ – российский Дальний Восток; б/н – без названия.

Таблица 2

Биологические показатели лучших образцов адуки в коллекционном питомнике Приморской ООС, 2016–2018 гг.

Образец	Происхождение	Высота растения, см	Высота прикрепления нижних бобов, см	Вызреваемость бобов, %	Растрескиваемость бобов, балл	Окраска семян
12399, Wase maruna	Япония	51	11,0	97,5	4,0	Красная
8944, б/н	ДВ	78	13,5	85,1	3,2	Мраморная
12395, Daikoki	Япония	63	15,7	87,8	3,1	Красная
12473, Takai	Япония	67	16,7	85,4	2,8	Красная
12396, Shimosnivaru	Япония	68	13,4	85,2	3,3	Красная
Прима	Канада	58	12,8	99,0	4,1	Красная
12233, Kuntoki	Япония	74	16,1	85,2	4,5	Красная
14520, Hong Hua Lion Xiao	Китай	58	13,9	90,8	2,8	Двухцветная
14521, б/н	Китай	61	14,6	94,3	3,7	Двухцветная
8145, б/н	ДВ	62	12,3	81,7	1,8	Красная
4930, б/н	Япония	76	14,7	85,6	3,3	Бежевая
617530, б/н	Китай	85	13,3	53,7	3,0	Двухцветная

Относительно стабильными по годам и несущественно отличающимися по образцам оказались такие показатели, как длина боба и количество семян в бобе.

В наибольшей мере реакцию на погодные условия отражает количество бобов на растении. В годы с избыточным переувлажнением в августе–сентябре (2016, 2018 гг.) этот показатель существенно снижается за счет абортирования цветков, особенно на нижних междоузлиях, что уменьшает продуктивность и урожайность зерна.

Следует заметить, что на всех образцах вигны-адзуки товарность вызревшего зерна была близка к 100 %, несмотря на обильные осадки. Признаки поражения антракнозом на семенах отсутствовали.

Как видно из табл. 2, высота растений у лучших образцов адзуки колебалась от 51 до 85 см.

Высота прикрепления нижних бобов у лучших образцов относится к категории «малая» (10–20 см). Данный показатель указывает на пригодность образца к комбайновой уборке. Лучшими образцами по высоте прикрепления нижних бобов являются 12473, Takai; 12233, Kantoki; 12395, Daikoki из Японии (расположение нижних бобов на высоте более 15 см).

Важным показателем пригодности сорта к комбайновой уборке является также устойчивость бобов к растрескиванию, лучшие образцы: 8145, б/н (ДВ), 12473, Takai (Япония), 14520, Hong Hua Lion Xiao (Китай), 617530, б/н (Китай). Наиболее склонны к растрескиванию бобы образцов 12233, Kuntoki (Япония), Прима (Канада), 12399, Wase maguna (Япония).

В табл. 2 представлены, в основном, образцы с вызреваемостью бобов более 80 %, что позволяет проводить их уборку как ручную, так и комбайновым методом.

Наиболее распространенный цвет семян у адзуки красный, но имеются перспективные образцы с бежевыми, двухцветными, мраморными зернами.

На основании учетов и наблюдений, проведенных в 2015–2018 гг., разработаны две модели сорта:

- 1) для садово-огородного использования в частном овощеводстве:
 - вегетационный период менее 110 дней,
 - продуктивность более 12 г зерна/растение,
 - масса 1000 семян более 150 г,
 - высота растения 50–70 см,
 - форма куста растения кустовая сжатая и кустовая полусжатая, допускается полукустовая,
 - вызреваемость бобов более 80 %,
 - растрескиваемость бобов менее 3,5 балла,
 - цвет семян предпочтительнее красный, допускается любой другой;
- 2) для использования в качестве полевой культуры в промышленном овощеводстве:
 - вегетационный период менее 110 дней,
 - продуктивность более 15 г зерна/растение,
 - масса 1000 семян 100–200 г,
 - высота растения 50–65 см,
 - форма куста растения кустовая сжатая и полусжатая,
 - вызреваемость бобов более 85 %,
 - растрескиваемость бобов менее 3,0 баллов,
 - цвет семян предпочтительнее красный, допускается любой другой,
 - высота прикрепления нижних бобов более 15 см.

На Приморской овощной опытной станции методами индивидуального и улучшенного массового отбора созданы перспективные образцы, соответствующие обеим моделям сорта, которые в настоящее время испытываются в селекционном и конкурсном питомниках. Перспективные образцы, соответствующие параметрам модели:

- а) ПООС 44-15, ПООС 31-15, ПООС 23-15 – для садово-огородного использования,
- б) ПООС 41-15, Прима, ПООС 11-16, ПООС 39-15 – для использования в качестве полевой культуры,
- в) ПООС 38-15 – для универсального использования.

Селекция адзуки, новой для России бобовой культуры, продолжается. Данная работа решит проблему стабильного по годам получения зерна фасоли в условиях муссонного климата Дальневосточного федерального округа.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бурляева М.О., Гуркина М.В., Чебукин П.А., Киселева Н.А. Международный классификатор видов рода *Vigna Savi* / ред. М.А. Вишнякова. СПб.: ВИР, 2016. 90 с.
2. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорта растений (Официальное издание). М., 2017. 483 с.
3. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 806. Вигна. Зерновые и овощные образцы, перспективные для возделывания в южных регионах европейской части Российской Федерации. СПб., 2012. 28 с.
4. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве. М., 2011. 649 с.
5. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных растений. Вып. 2. М.; Л., 1989. 194 с.
6. Методика опытного дела в овощеводстве и бахчеводстве / под ред. В.Ф. Белика. М.: Агрпромиздат, 1992. 320 с.
7. Методические указания по апробации овощных и бахчевых культур / Л.Л. Бондарева, О.Н. Пышная, М.И. Федорова и др. / под ред. Л.В. Павлова, А.В. Солдатенко. М.: ФНЦ овощеводства, 2018. 224 с.
8. Чебукин П.А., Бурляева М.О. Вигна – новая перспективная овощная культура для возделывания в ДВФО // Современное состояние и перспективы инновационного развития овощеводства и картофелеводства: материалы междунар. науч.-практ. конф. Артем, 2013. С. 123–129.

В.Ю. КОРДАБОВСКИЙ

Новый ранний сорт картофеля Колымский

Потребность сельскохозяйственных предприятий, занимающихся производством картофеля, в ранних высокоурожайных районированных его сортах определяет особенность селекции культуры в Магаданской области. Работа по созданию сортов направлена на получение новых генотипов картофеля с признаками раннеспелости, коротким периодом вегетации, отличающихся экологической пластичностью, адаптивностью к стрессовым факторам окружающей среды и устойчивостью к наиболее распространенным и вредоносным патогенам (фитофторозу, парше, ризоктониозу и др.). В 2002–2018 гг. путем селекции получен ряд перспективных раннеспелых гибридов от скрещивания исходных родительских форм различной группы спелости. Совместно с учеными ВНИИКХ им. А.Г. Лорха создан новый ранний сорт картофеля Колымский.

Ключевые слова: картофель, селекция, родительские формы, гибриды, сорт.

The new early potato variety Kolymskiy. V.Yu. KORDABOVSKY (Magadan Research Agricultural Institute, Magadan).

Demand for agricultural enterprises of all forms of property, engaged in the production of potatoes, in the early, high-yielding, zoned varieties, determines the peculiarity of culture selection in the Magadan Region. Breeding work on the creation of varieties is aimed at obtaining new potato genotypes with signs of early maturity, a short period of vegetation, characterized by ecological plasticity, adaptability to stress factors of the environment and resistant to the most common and harmful pathogens (late blight, scab, Rhizoctonia, etc). As a result of long breeding process (2002–2018 years), a number of promising early – maturing hybrids obtained from crossing the original, parent forms of different maturity groups were obtained. Together with scientists from A.G. Lorch Potato Research Institute created a new early potato variety Kolymskiy.

Key words: potato, selection, parental forms, hybrids, variety.

Актуальной задачей селекции картофеля в Магаданской области является создание ранних высокопродуктивных сортов, адаптированных к экстремальным условиям эколого-географического пространства региона, что требует поиска новых генетических источников и доноров ценных признаков культуры. Из огромного разнообразия сортов и гибридов картофеля необходимо выбрать для скрещивания такую пару родителей, от которых гибридное потомство могло бы унаследовать те свойства и признаки, которые наиболее полно совпадают с основными направлениями селекции: получение скороспелых сортов, способных за 60–65 дней после посадки сформировать ранний урожай товарных клубней 15,0–20,0 т/га и сортов с периодом вегетации 80–85 дней и стабильной урожайностью 40,0–50,0 т/га. Для этого родительские формы должны обладать не только ценными хозяйственными признаками, но и способностью качественно передавать их гибриднему поколению.

Поэтому следует тщательно подходить к оценке родительских пар по скороспелости и урожайности, которые являются генетическим признаком и передаются по наследству,

определять донорский потенциал селективируемого материала для выделения наиболее перспективных гибридов в ранних поколениях [9].

В селекции на скороспелость самым очевидным выглядит выбор раннеспелых форм как компонентов для гибридизации. Подобный тип скрещиваний обеспечивает выход до 60 % скороспелого потомства [1]. Согласно другим работам [2, 3], наибольший выход раннеспелых гибридов получен в комбинациях скрещивания типа ранний × ранний, среднеранний × среднеспелый, среднеранний × среднеранний, среднеранний × ранний, среднеспелый × среднеспелый. В некоторых публикациях [4, 6] скороспелость сорта определяется зависимостью от срока начала образования клубней и интенсивности накопления их массы. Ряд исследователей [7, 8] отмечают, что у большинства ранних сортов начало созревания клубней совпадает с бутонизацией. В работе [1] предлагается относить к ранним те формы, у которых к моменту уборки пожелтела ботва.

По нашим наблюдениям, в условиях Магаданской области самым объективным показателем скороспелости картофеля является установление момента наступления равновесия в массе ботвы и клубней. Если на 60–65-й день после посадки соотношение массы клубней к массе ботвы близко 1 : 1, то гибрид может быть отнесен к группе раннеспелых [5].

Многолетний сравнительный анализ изучаемых новых генотипов картофеля, дошедших по схеме селекционного процесса до основного и конкурсного испытания, позволил нам выделить исходные сорта и гибриды, на основе которых образованы родительские пары, наиболее перспективные для селекции на скороспелость: Удача, Аусония, Крепыш, Барака, Батя, Криница, Памяти Осиповой, Невский, Русский сувенир, Валентина, Роко, Беллароза, Фаворит, Накра, Дар, Романо, Катерина, Голубизна, Инноватор, Латона, Жигулевский, 946-3, 1198-2, ВР 808 и др.

На основе выделенного исходного материала отобраны лучшие гибриды с признаком раннеспелости, характеризующиеся комплексом хозяйственно ценных признаков и происходящие от различных типов скрещивания: ранний × ранний (Рубин × Крепыш, Удача × Аусония), ранний × среднеранний (Уладар × Русский сувенир), среднеранний × ранний (Невский × 1198-2), среднеспелый × ранний (Батя × Крепыш, Криница × Крепыш, Барака × Аусония, Жигулевский × Крепыш, Фаворит × Беллароза), среднеспелый × среднеранний (Роко × Валентина), ранний × среднеспелый (Памяти Осиповой × 946-3).

Один из перспективных ранних гибридов 3-29/02 Барака × Аусония в 2015 г. был включен в программу поддерживающей селекции для размножения, а в 2017 г. передан на госиспытание под названием Колымский.

Описание селекционного достижения

Световой росток: размер крупный, форма коническая, интенсивность антоциановой окраски основания и опушенность основания очень слабые, размер верхушки относительно основания средний, тип роста верхушки открытый, опушенность верхушки слабая, корневых бугорков много, боковые ростки короткие;

растение: тип облиственности листовой, габитус – полупрямостоячее, время созревания раннее, высота от среднего до высокого, частота (количество) цветков средняя;

стебель: антоциановая окраска отсутствует или очень слабая;

лист: контурный размер – от среднего до большого, открытость (силуэт) промежуточная, число вторичных листочков – мало, интенсивность зеленой окраски средняя, антоциановая окраска средней жилки верхней стороны слабая;

вторая пара боковых листочков: размер от среднего до большого, ширина по отношению к длине средняя;

верхушечный и боковой листочки: частота срастваемости низкая;

листочек: волнистость края средняя, глубина жилок – мелкие, глянцеvitость верхней стороны – глянцевый, опушение пластинки верхушечной розетки имеется;

цветок: антоциановая окраска бутона отсутствует или очень слабая;

соцветие: среднего размера, антоциановая окраска цветоножки отсутствует или очень слабая;

венчик цветка: цвет внутренней стороны белый, среднего размера, интенсивность антоциановой окраски внутренней стороны слабая, доля синевы в антоциановой окраске внутренней стороны средняя, размер антоциановой окраски внутренней стороны от маленького до среднего;

клубень: удлинённый, глубина глазков – мелкие, цвет кожуры светло-бежевый, основания глазка – желтый, мякоти – желтый, антоциановая окраска кожуры в реакции на свет средняя.

По заключению Госкомиссии РФ от 3 октября 2018 г. сорт Колымский явно отличается от любого другого общеизвестного сорта и соответствует требованиям однородности и стабильности.

Результаты государственного сортоиспытания на сортоучастках филиала ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений» Хабаровского края, Забайкальского края, Республики Бурятия показали более высокую продуктивность сорта Колымский в сравнении с местными сортами-стандартами. На этом основании сорт Колымский рекомендован к районированию в Дальневосточном и Восточно-Сибирском регионах.

Характеристика нового раннего сорта Колымский

Происхождение: Барака × Аусония.

Срок созревания: ранний.

Целевое использование: столовый, для длительного хранения.

Потребительские качества: клубень удлинённый, глубина глазков – мелкие, тип кожуры – гладкая, цвет кожуры светло-бежевый, цвет мякоти желтый, размер клубня от среднего до крупного, 110,0–150,0 г; количество клубней в гнезде среднее, 8–12 шт.; товарность клубня 93,0–95,0 %; содержание крахмала 12,0–12,5 %.

Столовые качества: клубни слаборазвариваемые с приятной на вкус умеренно плотной мякотью; при варке слегка растрескиваются, но остаются целыми; пригодны для жарки и запекания, приготовления пюре, супов, в качестве гарнира ко вторым блюдам.

Ценность сорта: способность на 60-й день после посадки сформировать ранний товарный урожай клубней в количестве 18,0–20,0 т/га; стабильный урожай 40,0–50,0 т/га; экологическая пластичность и высокая адаптированность к условиям произрастания; фитотороустойчивость; нематодоустойчивость; высокая выровненность клубней; вкусовые качества от хороших до отличных; пригодность для длительного хранения.

Таким образом, в результате успешной селекционной работы в направлении раннеспелости создан ранний сорт картофеля Колымский, сочетающий скороспелость с комплексом хозяйственно ценных признаков – высокой урожайностью и товарностью, потребительскими и столовыми качествами клубней.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гончаров Н.Д. Селекция картофеля на скороспелость: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / БелНИИЗ. Минск, 1966. 20 с.
2. Кипер И.М. Селекция и семеноводство раннего картофеля. М.: Россельхозиздат, 1972. С. 24–25.
3. Колядко И.И., Маханько В.Л., Вологодина Л.Н. Селекция картофеля на скороспелость // Материалы Междунар. юбил. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Ин-та картофелеводства Национальной академии наук Беларуси, Самохваловичи, 7–10 июля 2003 г.: науч. тр. Минск, 2003. Ч. 1. С. 37.

4. Колядко И.И. Создание исходного материала для селекции скороспелых сортов картофеля интенсивного типа: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Самохваловичи, 1981. 23 с.
5. Кордабовский В.Ю. Новые скороспелые сортообразцы картофеля // Междунар. науч.-исслед. журн. 2016. № 6 (48), ч. 5. С. 175–176.
6. Маханько Л.А., Маханько А.П. Оценка сеянцев картофеля на интенсивность и пластичность // Картофелеводство. Минск: Ураджай, 1982. Вып. 5. С. 18–23.
7. Писарев Б.А. Книга о картофеле. М.: Московский рабочий, 1977. 232 с.
8. Сайтбурханов Ш.Р. Картофелеводство на Севере. М.: Россельхозиздат, 1988. 59 с.
9. Яшина И.М., Кирсанова Л.И., Ужовская Г.И. Оценка родительских форм картофеля по комбинационной способности и эффективности селекционного отбора // Селекция и биотехнология картофеля: науч. тр. НИИКХ. М., 1990. С. 14–20.

В.А. ЧУВИЛИНА

Сравнительная характеристика селекционных номеров клевера лугового сахалинской популяции

В 2013–2016 гг. в питомнике предварительного сортоиспытания (Сахалинская область) в условиях муссонного климата на лугово-дерновой старопашотной почве проведена сравнительная оценка трех селекционных номеров клевера лугового раннеспелого двухукосного типа, полученных в результате многократного массового отбора. Кормовая продуктивность селекционных номеров в сумме за два укоса превышала показатели стандартного сорта Приморский 14 по сбору с 1 га: зеленой массы – на 37–64 %, сухого вещества – на 30–65, сырого протеина – на 38–80, кормовых единиц – на 31–64, обменной энергии – на 37–72 % в среднем за 4 года исследований. Средний коэффициент адаптивности (K_a) был максимальным (1,10–1,37), превышал стандарт на 0,31–0,58 единицы, что указывает на значительную экологическую устойчивость селекционных номеров.

Ключевые слова: клевер луговой, селекционный номер, предварительное сортоиспытание, оценка, хозяйственно полезные признаки, продуктивность, качество, коэффициент адаптивности.

Comparative characteristics of breeding numbers of meadow clover Sakhalin population.
V.A. CHUVILINA (Sakhalin Research Institute of Agriculture, Yuzhno-Sakhalinsk).

In the conditions of the monsoon climate of the Sakhalin Region in the period of 2013–2016 in the nursery of preliminary variety testing on the meadow-sod of old-cultivated soil, a comparative assessment was made of three breeding numbers of meadow clover early maturing two-cuts type, obtained as a result of multiple mass selection. The fodder productivity of breeding numbers in the amount of two mowing exceeded the standard Primorsky 14 variety in collection from 1 hectare: green mass – by 37–64 %, dry matter – 30–65, raw protein – 38–80, feed units – 31–64 and exchange energy – by 37–72 % on average for 4 years of research. The average adaptability coefficient (K_a) was maximum (1.10–1.37), exceeded the standard by 0.31–0.58 units, which indicates significant environmental sustainability.

Key words: meadow clover, breeding number, preliminary variety testing, evaluation, economically useful traits, productivity, quality, adaptability coefficient.

Введение

Современная селекция направлена на усиление адаптивных свойств видов кормовых культур с учетом почвенно-климатического потенциала территории [6, 8]. Сорты нового поколения должны быть пластичными, более урожайными, с повышенной кормовой ценностью и высокой устойчивостью к воздействию неблагоприятных биотических и абиотических факторов среды обитания [4, 13]. Сорт определяет основные требования к технологии возделывания, качество получаемой продукции, ее энергоэкономичность [9]. В повышении урожайности доля сорта оценивается в 30–50 и даже 80 % [2].

Географическое положение Сахалинской области обуславливает формирование экологических факторов, под воздействием которых в условиях островного региона в процессе

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

естественного отбора сформировался уникальный генофонд дикорастущих кормовых трав. Они обладают широкой экологической пластичностью, долголетием, зимостойкостью, скороспелостью, устойчивостью к болезням и вредителям, высокой и стабильной продуктивностью кормовой массы и семян [1, 3].

Интродукция и использование местного генофонда в качестве исходного материала позволяют создавать сорта нового поколения.

Среди многолетних кормовых растений заслуживает внимания клевер луговой, характеризующийся высоким потенциалом продуктивности и биологической пластичности [11]. В природных сахалинских условиях этот вид кормовых трав представлен многочисленными формами и экотипами, разнообразие которых проявляется как в морфологических признаках, так и в биологических свойствах [12, 15].

Среди морфологических отклонений у клевера лугового чаще всего отмечаются неодинаковая степень опушенности стеблей, различия в числе междоузлий, окраске стеблей, листьев, соцветий, форме и размере листьев, соцветий (с двумя и тремя сросшимися головками), форме и структуре куста.

Формовое разнообразие, связанное с биологическими отклонениями, проявляется в темпах роста и развития растений, мощности отрастания, урожайности кормовой массы, семенной продуктивности, биохимической разнокачественности в пределах вида.

В результате изучения и многократного отбора уникального исходного материала – дикорастущих форм клевера лугового – в ФГБНУ СахНИИСХ выделены перспективные образцы с комплексом хозяйственно ценных признаков (зимостойкие, скороспелые, иммунные, с прямостоящими побегам компактной формы, высокопродуктивные, двухукосные, с хорошим качеством кормовой массы и семенной продуктивностью) [16, 17].

В настоящее время проводится очередной этап адаптивной селекции для создания новых сортов в условиях муссонного климата Сахалина. Впервые созданы три селекционных номера клевера лугового раннеспелого (двухукосного) типа (2013–2016 гг.), обладающих генотипом устойчивости хозяйственно ценных признаков и свойств для получения адаптивных сортов. Результаты их оценки в питомнике предварительного сортоиспытания представлены ниже.

Цель исследований – дать комплексную оценку селекционных номеров клевера лугового в питомнике предварительного сортоиспытания, сочетающих повышенный потенциал продуктивности с высокой адаптивностью к условиям муссонного климата.

Условия и методика исследований

Исследования проводили на опытном участке ФГБНУ СахНИИСХ. Почва лугово-дерновая среднесуглинистая старопахотная с кислой реакцией среды (рН 4,2), высокой гидролитической кислотностью (9,1 мг-экв), низким содержанием подвижных форм азота (0,8 мг), высоким – фосфора (25,2 мг) и калия (24,0 мг на 100 г сухой почвы).

В районе исследований среднегодовая температура воздуха 3,9 °С, продолжительность вегетационного периода 150–170 дней, безморозного – 126 дней, из них со среднесуточной температурой воздуха 10 °С – 101 день. Сумма активных температур 1750–1900 °С [1]. В целом гидротермические факторы вегетационных периодов находились в пределах среднедолголетних значений, были благоприятными для роста и развития многолетних трав и способствовали получению обильного и качественного урожая кормовой массы. Селекционные номера клевера лугового характеризовались высокой адаптивной способностью.

Закладку питомника предварительного сортоиспытания, учеты и наблюдения выполняли в соответствии с Методическими указаниями по селекции и первичному семеноводству клевера [10]. Статистическую обработку экспериментальных данных осуществляли с использованием метода дисперсионного анализа [5]. Коэффициенты

адаптивности сортообразцов рассчитывали по методике Л.А. Животкова, З.А. Морозовой, Л.И. Секутаевой [7].

Размещение сортообразцов рендомизированное. Повторность трехкратная. Площадь учетной делянки 10 м². Посев сплошной. Исходная норма высева семян 10 кг/га. Кормовую продуктивность селекционных номеров определяли при двухукосном режиме использования. В качестве стандарта использован сорт Приморский 14 (селекции ПримНИИСХ). Агротехника возделывания клевера лугового общепринятая для Сахалинской области [14]. Ежегодно производили весеннюю подкормку растений диаммофоской в дозе 300 кг/га в физическом весе.

Результаты исследований

Укосная спелость (фаза бутонизации) у растений селекционных номеров наступила на 10–14 дней раньше, чем у стандарта сорта Приморский 14 и других сортообразцов, находящихся в испытании (через 65–70 дней после начала весеннего отрастания и в зависимости от погодных условий).

Следует отметить высокую интенсивность отрастания растений селекционных номеров в начальный период вегетации (8,5–9 баллов). За 30-дневный период вегетации они превысили рост растений стандарта на 2,2–4,2 см, других сортообразцов – на 3,0–6,1 см (табл. 1).

Таблица 1

Динамика роста и развития растений клевера лугового в питомнике предварительного сортоиспытания (среднее за 2013–2016 гг.)

Сортообразец	Интенсивность весеннего отрастания на 20-й день, баллы	Высота растений, см		
		на 30-й день от начала весеннего отрастания	перед первым укосом (фаза бутонизации)	перед вторым (отавным) укосом
Приморский 14 (st)	7,5	21,3	106,3	32,3
Орфей	7,5	20,5	105,3	28,4
Оникс	7,0	19,6	102,3	29,3
Атлант	7,0	19,4	101,8	28,8
Огонек	7,5	20,2	103,2	29,3
Кармин	7,5	21,4	102,7	30,3
СН-ПО/1	9,0	24,4	87,2	70,3
СН-ПО/2	9,0	25,5	89,8	71,8
СН-ПО/9	8,5	23,5	85,0	69,7

Однако к первому укосу высота растений селекционных номеров была стабильно ниже растений одноукосных сортообразцов.

Второй полноценный сбор кормовой массы (отавный укос) получен только у селекционных номеров, причем доля его от общего сбора урожая составила 30–31 % в среднем за годы исследований. При этом высота растений селекционных номеров была больше, чем у растений других сортообразцов, в 2,2–2,5 раза.

Кормовая продуктивность селекционных номеров в сумме за два укоса превышала показатели стандартного одноукосного сорта Приморский 14 по сбору с 1 га: зеленой массы – на 37–64 %, сухого вещества – 30–65, сырого протеина – 38–80, кормовых единиц – 31–64 и обменной энергии – на 37–72 % в среднем за 4 года исследований (табл. 2).

Показатели продуктивности других пяти одноукосных сортов, находящихся в сравнительном испытании, также ниже, чем у селекционных номеров.

Полученный расчетным путем средний коэффициент адаптивности (K_a) подтвердил продуктивные возможности изучаемых сортообразцов (см. табл. 2). У селекционных

Таблица 2

Сравнительная кормовая продуктивность и коэффициенты адаптивности селекционных номеров клевера лугового в питомнике предварительного сортоиспытания (среднее за 2013–2016 гг.)

Сорт, образец	Сбор с 1 га, т					Средний коэффициент адаптивности (K _a)
	зеленой массы	сухого вещества**	сырого протеина	кормовых единиц	ОЭ, ГДж	
Приморский 14 (st)	55,1	9,1	1,28	7,7	90,6	0,79
Орфей	65,8	10,3	1,34	8,8	99,8	0,95
Оникс	62,3	10,1	1,48	8,6	103,0	0,93
Атлант	57,8	9,5	1,39	8,0	96,5	0,83
Огонек	57,8	9,8	1,34	8,4	96,1	0,84
Кармин	71,0	11,4	1,66	9,8	115,8	1,05
СН-ПО/1*	75,5	11,8	1,77	10,1	124,4	1,14
СН-ПО/2*	90,4	15,0	2,31	12,6	156,0	1,37
СН-ПО/9*	75,4	12,0	1,85	10,2	124,8	1,10

*В сумме за два укоса.

**НСР₀₅ = 2,0.

номеров он был максимальным (1,10–1,37), превышал стандарт на 0,31–0,58 единицы, что указывает на высокую экологическую устойчивость.

Травостой характеризовался хорошей облиственностью в фазу бутонизации (46,0–48,5 %) и высокой – во втором (отавном) укосе (65,6–73,6 %). Число продуктивных побегов в фазу укосной спелости достигало 390–443 шт./м² в зависимости от селекционного номера и года исследований.

Количество обменной энергии в 1 кг СВ кормовой массы основного укоса у всех сортов находилось на уровне 9,68–10,20 МДж, у селекционных номеров этот показатель соответствовал 10,02–11,20 МДж в первом и втором укосах; содержание кормовых единиц варьировало в пределах 0,84–0,86 в зависимости от сортообразца. Обеспеченность 1 кормовой единицы (к.ед.) сырым (158–194 г) и переваримым (111–142 г) протеином у селекционных номеров была высокой и превышала стандарт (сорт Приморский 14) на 4–9 и 3–6 г соответственно (табл. 3).

Из трех селекционных номеров клевера лугового следует выделить СН-ПО/2, генотип которого характеризуется стабильным комплексом хозяйственно ценных признаков,

Таблица 3

Энергетическая и протеиновая ценность кормовой массы селекционных номеров клевера лугового в питомнике предварительного сортоиспытания в зависимости от срока уборки (2013–2016 гг.)

Сортообразец	Укос	Содержание к.ед. в 1 кг СВ	КОЭ, МДж	Содержание в 1 к.ед., г	
				сырого протеина	переваримого протеина
Приморский 14 (st)	1-й	0,85	9,96	154	108
Орфей	1-й	0,86	9,68	150	105
Оникс	1-й	0,86	10,20	166	118
Атлант	1-й	0,85	10,12	162	114
Огонек	1-й	0,86	9,97	163	114
Кармин	1-й	0,86	10,17	162	113
СН-ПО/1	1-й	0,86	10,12	161	113
	2-й	0,85	11,12	181	132
СН-ПО/2	1-й	0,85	10,04	158	111
	2-й	0,84	11,09	194	142
СН-ПО/9	1-й	0,86	10,02	163	114
	2-й	0,85	11,20	194	142

имеет лучшие показатели кормовой продуктивности и качества, высоты травостоя, облиственности, устойчивости к неблагоприятным факторам среды.

Заключение

Селекционные номера клевера лугового раннеспелого двухукосного типа обладают устойчивым комплексом хозяйственно полезных признаков в условиях муссонного климата Сахалина: высокой кормовой продуктивностью, скоростью отрастания весной и после укоса, облиственностью, энергетической и протеиновой питательностью кормовой массы при своевременной уборке. В зависимости от показателя продуктивности селекционные номера превосходили стандарт сорт Приморский 14 на 30–80 %, обладали высокой экологической устойчивостью (K_a 1,10–1,37).

На основе комплексной оценки по урожайности и параметрам адаптивности лучшим является селекционный номер СН-ПО/2, характеризующийся выходом 90,4 т/га зеленой и 15,0 т/га сухой массы, коэффициентом адаптивности 1,37.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агроклиматические ресурсы Сахалинской области. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 104 с.
2. Бочарникова Н.И., Жученко А.А. Адаптивный потенциал кормовых растений и его использование // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: средообразующие функции кормовых растений и экосистем: сб. науч. тр. М.: Угрешская тип., 2014. Вып. 1 (49). С. 39–42.
3. Бутовский Б.С. Дикие и одичавшие кормовые растения Сахалина и Курильских островов. Л.: Наука, 1970. 128 с.
4. Добруцкая Е.Г., Пивоваров В.Ф. Экологическая роль сорта в XXI веке // Селекция и семеноводство. 2000. № 1. С. 10–12.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.
6. Достижения, приоритетные направления и задачи селекции и семеноводства кормовых культур / З.Ш. Шамсутдинов, Ю.М. Писковацкий, М.Ю. Новоселов и др. // Кормопроизводство. 2016. № 8. С. 27–34.
7. Животков Л.А., Морозова З.А., Секутаева Л.И. Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайность // Селекция и семеноводство. 1994. № 2. С. 3–6.
8. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы). Теория и практика. Т. 1. М.: Агрорус, 2008. 813 с.
9. Косолапов В.М., Пилипко С.В., Костенко С.И. Новые сорта кормовых культур – залог успешного развития кормопроизводства // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 4. С. 35–37.
10. Методические указания по селекции и первичному семеноводству клевера / под ред. З.Ш. Шамсутдинова, А.С. Новоселовой, С.А. Бекузаровой. М.: Тип. Россельхозакадемии, 2002. 71 с.
11. Новоселов М.Ю. Клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) // Адаптивная селекция кормовых растений. М., 2007. С. 65–69.
12. Пробатова Н.С. Основные виды дикорастущих злаков // Дикорастущие кормовые злаки советского Дальнего Востока. М.: Наука, 1982. С. 120–126.
13. Селекция и семеноводство многолетних трав / под ред. А.С. Новоселовой, А.С. Шпакова, З.Ш. Шамсутдинова и др. М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 2005. 376 с.
14. Система земледелия Сахалинской области. Воронеж: Ковчег, 2017. 396 с.
15. Чувиллина В.А. Дикорастущие формы клевера лугового как исходный материал для селекции // Идеи Н.И. Вавилова в современном мире: тез. докл. III Вавиловской междунар. конф. СПб.: ВИР, 2012. С. 362.
16. Чувиллина В.А. Продуктивное долголетие клевера лугового в условиях муссонного климата // Сельскохозяйственные науки: вопросы и тенденции развития: сб. науч. тр. по итогам III Междунар. науч.-практ. конф. Вып. 3. Красноярск: ИЦРОН, 2016. С. 32–36.
17. Чувиллина В.А. Селекционный материал клевера лугового в условиях муссонного климата Сахалина // Междунар. науч.-исслед. журн. 2016. № 10 (52), ч. 4. С. 167–170.

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

Сравнительная оценка каталазной активности и устойчивости к неблагоприятным факторам среды штаммов клубеньковых бактерий *Bradyrhizobium japonicum* и *Sinorhizobium fredii* селекции ВНИИ сои

Коллекционные штаммы клубеньковых бактерий сои *Bradyrhizobium japonicum* (Jordan, 1982) и *Sinorhizobium fredii* (Scholla, Elkan, 1984) различаются по стрессоустойчивости (повышенное содержание NaCl в питательной среде, повышенная температура выращивания) и обладают различной каталазной активностью. Высокую каталазную активность показали 10 % коллекционных штаммов *B. japonicum* и 12 % штаммов *S. fredii*, среднюю – 13 % штаммов *B. japonicum* и 15 % штаммов *S. fredii*. У 40 % штаммов ризобий сои обоих видов каталазная активность не проявилась. Среди ризобий *B. japonicum* преобладали штаммы с умеренной каталазной активностью (44 %). Штаммы *B. japonicum* с повышенной каталазной активностью оказались устойчивыми к концентрации 8,5 г/л хлористого натрия в минерально-растительной среде и температуре выращивания +39...+40 °С. Устойчивость штаммов *S. fredii* к неблагоприятным факторам среды была выше по сравнению со штаммами *B. japonicum* и не зависела от каталазной активности.

Ключевые слова: клубеньковые бактерии сои, ризобии, *Bradyrhizobium japonicum*, *Sinorhizobium fredii*, виды, штаммы, каталаза, стрессоустойчивость, солеустойчивость, температурный шок.

Comparative evaluation of catalase activity and resistance to unfavorable environmental factors of strains of nodule bacteria *Bradyrhizobium japonicum* and *Sinorhizobium fredii*, selected in ARSRI of Soybean. M.V. YAKIMENKO, S.A. BEGUN, A.I. SOROKINA (All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk).

Collection strains of soybean nodule bacteria *Bradyrhizobium japonicum* (Jordan, 1982) and *Sinorhizobium fredii* (Scholla, Elkan, 1984) differ in stress tolerance (increased content of NaCl in the nutrient medium, increased growing temperature). It was established that the collection strains of *B. japonicum* and *S. fredii* have different catalase activity. 10 % of *B. japonicum* collection strains and 12 % of *S. fredii* strains showed high catalase activity, 13 % of *B. japonicum* strains and 15 % of *S. fredii* strains showed an average catalase activity. In 40 % of soybean rhizobia strains of both species, catalase activity was not revealed. Among the rhizobia of *B. japonicum*, strains with moderate catalase activity (44 %) prevailed. The strains of *B. japonicum* with increased catalase activity were resistant to concentration of 8.5 g/l sodium chloride in the mineral-plant medium and to growing temperature +39...+40 °C. The resistance of *S. fredii* strains to unfavorable environmental factors was higher compared with the strains of *B. japonicum* and did not depend on catalase activity.

Key words: soybean nodule bacteria, rhizobia, *Bradyrhizobium japonicum*, *Sinorhizobium fredii*, species, strains, catalase, stress tolerance, salt tolerance, temperature shock.

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

Введение

Особенностью почв южной сельскохозяйственной зоны Дальнего Востока России является широкое распространение в них клубеньковых бактерий сои родов *Bradyrhizobium* и *Sinorhizobium*, которые представляют важную составляющую биологических ресурсов.

Во Всероссийском научно-исследовательском институте сои (ВНИИ сои) в результате длительного поиска и отбора наиболее ценных по хозяйственно полезным свойствам штаммов из самых северных в мире природных популяций ризобий Восточно-Азиатского региона была создана уникальная коллекция чистых культур этих микроорганизмов. Большинство коллекционных штаммов выделено из почв Амурской области. Отдельные штаммы взяты из почв Еврейской автономной области, Хабаровского и Приморского краев, а также пограничных регионов Китая [10].

Детальное изучение культуральных, физиолого-биохимических и хозяйственно полезных свойств природных популяций ризобий (скорость роста, метаболическая активность, вирулентность, эффективность и др.) позволило выявить среди них два вида: медленно-растущий *Bradyrhizobium japonicum* (Jordan, 1982) и быстрорастущий *Sinorhizobium fredii* (Scholla, Elkan, 1984) [2]. В настоящее время лабораторная коллекция чистых культур ризобий насчитывает 103 штамма *B. japonicum*, 66 штаммов *S. fredii* и 101 штамм ризобий, выделенных из клубеньков других зернобобовых культур (арахис, люпин, вигна и др.).

Штаммы медленно-растущего вида в чашках Петри дают рост на 7–10-е и даже 20-е сут после посева. Они усваивают ограниченный набор источников углеродного питания с выделением продуктов метаболизма щелочного характера, обладают пониженной осмоустойчивостью, резко замедляют рост на кислых и щелочных питательных средах. В оптимальных условиях этот вид ризобий доминирует при нодуляции растений сои, обладая высокой и устойчивой вирулентностью.

Штаммы быстрорастущего вида в чашках Петри дают рост на 2–4-е сут после посева, хорошо усваивают широкий спектр источников углеродного питания с выделением продуктов метаболизма кислотного характера. Большинство штаммов этого вида обладает высокой осмоустойчивостью. Выделяется группа штаммов *S. fredii* с различной степенью газообразования [9].

Известно, что координация сложных метаболических превращений, протекающих в различных органеллах бактериальной клетки, может быть нарушена под влиянием внешних воздействий, в том числе стрессов, что сопровождается повышением уровня активных форм кислорода [8], которые играют роль ингибиторов процесса азотфиксации [7]. В процессе эволюции микроорганизмы выработали механизмы защиты от стрессов, основанные на детоксикации активных форм кислорода с участием антиоксидантной системы, одним из компонентов которой является фермент каталаза [4, 5]. В связи с этим актуальным представляется изучение сравнительной характеристики каталазной активности коллекционных штаммов ризобий сои и их стрессоустойчивости. Это позволит выявить среди них наиболее приспособленные к изменениям внешней среды.

В качестве стрессовых факторов в таких исследованиях обычно используют повышение содержания соли (NaCl) в питательной среде и температурный шок при выращивании чистых культур [3, 6].

Цель исследований – изучение каталазной активности и стрессоустойчивости штаммов клубеньковых бактерий сои видов *B. japonicum* и *S. fredii* из коллекции ВНИИ сои.

Объекты и методы

Объектами исследований являются чистые культуры ризобий сои видов *B. japonicum* и *S. fredii*. Типовой штамм В-1967 для вида *B. japonicum* получен из коллекции

Института биохимии и физиологии микроорганизмов им. Г.К. Скрыбина (г. Пущино). Для *S. fredii* взят штамм КНР6 из коллекции Института сельского хозяйства КНР (г. Харбин).

При выращивании чистых культур ризобий использовали минерально-растительную среду следующего состава, г/л: K_2HPO_4 – 0,5, KH_2PO_4 – 0,5, $MgSO_4$ – 0,1, $CaSO_4$ – 0,1, $NaCl$ – 0,2, $(NH_4)_6 Mo_7O_{24}$ – следы; манит – 20,0, соевая мука – 10,0, агар-агар – 20,0 [1]. Каждый штамм высевали в две пробирки, после чего пробирки термостатировали при оптимальной (+26...+28 °С) температуре в течение 10 сут.

Интенсивность роста штриха ризобий определяли по балльной шкале: 0 – нет роста, 1 – скудный, 2 – умеренный, 3 – хороший, 4 – обильный рост.

Солеустойчивость оценивали по интенсивности роста штриха ризобий на минерально-растительной среде с повышенным содержанием $NaCl$ (8,5 г/л). Термоустойчивость изучали по интенсивности роста штриха ризобий после термостатирования пробирок с засеянной культурой при повышенной (+39...+40 °С) температуре в течение 10 сут. Каталазную активность определяли по интенсивности образования пузырьков кислорода при внесении в пробирки с культурой 1 мл 3%-й перекиси водорода. При этом использовался балльный метод оценки активности: высокая (+++), средняя (++) , умеренная (+), ее отсутствие (–) [11]. Активность каталазы оценивали при комнатной температуре и после прогревания пробирки с чистой культурой при температуре 68 °С в течение 30 мин, что позволило выявить термолабильность фермента.

Результаты и обсуждение

Сравнительная оценка каталазной активности штаммов видов *B. japonicum* и *S. fredii* приведена в табл. 1. Коллекционные штаммы обладают различной каталазной активностью и могут быть разбиты на 4 группы – с высокой, средней, умеренной и нулевой активностью. Штаммов с высокой и средней каталазной активностью среди ризобий обоих видов было практически равное количество. Высокой каталазной активностью обладали 10 % коллекционных штаммов *B. japonicum* и 12 % штаммов *S. fredii*, средней – 13 % штаммов *B. japonicum* и 15 % штаммов *S. fredii*. У 40 % штаммов ризобий сои изучаемых видов каталазная активность не проявилась. Среди ризобий *B. japonicum* преобладали штаммы с умеренной каталазной активностью (44 %).

В целом коллекционные штаммы *B. japonicum* показали более высокую ферментативную активность, чем штаммы *S. fredii*.

Таблица 1

Общая характеристика коллекционных штаммов ризобий сои по каталазной активности

Активность штаммов	<i>B. japonicum</i>		<i>S. fredii</i>		Всего штаммов	
	Кол-во	%	Кол-во	%	Кол-во	%
Высокая	10	10	8	12	18	11
Средняя	14	13	10	15	24	14
Умеренная	45	44	15	23	60	35
Нулевая	34	33	33	50	67	40
Всего штаммов	103	100	66	100	169	100

Для исследований на стрессоустойчивость было отобрано по 14 штаммов каждого вида. На минерально-растительной среде без внесения $NaCl$ штаммы обычно показывают обильный и хороший рост бактериальной массы на 10-е сут выращивания.

Высокоэффективные запатентованные штаммы *B. japonicum* (639а, 648а, АС-17, СМ-42, БМ-85) обладают различной степенью каталазной активности (табл. 2). Запатентованные штаммы *S. fredii* (ББ-49, КБ-11, ББ-55, ТБ-508, ТБ-467, ТБ-643) имеют высокие и средние показатели каталазной активности (табл. 3).

У 99 % штаммов быстрорастущего вида *S. fredii* каталазная активность сохраняется после прогревания пробирки с чистой культурой при температуре 68 °С в течение 30 мин, тогда как у штаммов вида *B. japonicum* с умеренной каталазной активностью после прогревания фермент каталаза дезактивируется.

При повышении концентрации поваренной соли в питательной среде до 8,5 г/л штаммы *B. japonicum* ТМ-444, БМ-91, 639а, 648а, АС-17, БМ-85, а также типовой штамм В-1967 показали скудный рост штриха бактериальной массы. Другие штаммы этого вида (ТА-40, ТА-125, СМ-42, СМ-47, ТМ-455, ТМ-464, ТМ-469) снизили интенсивность роста бактериальной массы до умеренного показателя (табл. 2).

Интенсивность роста штаммов с высокой и средней каталазной активностью (ТА-40, ТА-125, СМ-42, СМ-47, ТМ-455, ТМ-464, ТМ-469) на минерально-растительной среде с 8,5 г/л NaCl была выше, чем у штаммов с умеренной активностью.

При выращивании штаммов вида *S. fredii* на среде с 8,5 г/л поваренной соли интенсивность роста бактериальной массы слабо изменялась в сравнении с показателями роста на среде без NaCl (табл. 3).

Таблица 2

Активность и термолабильность фермента каталаза и интенсивность роста штаммов *B. japonicum* на минерально-растительной среде при действии стрессовых факторов

Штамм	Каталазная активность		Интенсивность роста			
	при комн. температуре	после нагревания до 68 °С	NaCl, г/л		Температурный шок, °С	
			0,2	8,5	+26...+28	+39...+40
Запатентованные штаммы с высокой активностью каталазы						
СМ-42	+++	+	3	2	3	1
Запатентованные штаммы с умеренной активностью каталазы						
В-1967*	+	-	3	1	3	0
639а	+	-	3	1	3	0
648а	+	-	3	1	3	0
АС-17	+	-	3	1	3	0
БМ-85	+	-	3	1	3	0
Штаммы с высокой активностью каталазы						
ТА-40	+++	++	3	2	3	1
СМ-47	+++	++	4	2	3	1
ТМ-455	+++	++	3	2	3	2
ТМ-464	+++	+++	3	2	3	1
ТМ-469	+++	+	4	2	3	1
Штаммы со средней активностью каталазы						
ТА-125	++	+	4	3	4	3
Штаммы с умеренной активностью каталазы						
ТМ-444	+	-	3	1	3	0
БМ-91	+	-	3	1	3	0

*Типовой штамм.

По сравнению с интенсивностью роста бактериальной культуры вида *B. japonicum* интенсивность роста штаммов вида *S. fredii* на среде с 8,5 г/л NaCl была выше и не зависела от каталазной активности (табл. 3).

При оптимальной температуре выращивания ризобий исследуемые штаммы *B. japonicum* давали хороший рост бактериальной массы. Исключение составил штамм ТА-125: он дал обильный рост штриха чистой культуры на 10-е сут выращивания. При повышении температуры термостатирования до +39...+40 °С прекратило свой рост 60 % изучаемых штаммов *B. japonicum*. Устойчивыми к высокой температуре оказались штаммы *B. japonicum* с повышенной каталазной активностью (ТА-40, ТА-125, СМ-42, СМ-47, ТМ-455, ТМ-464, ТМ-469).

Активность и термоллабильность фермента каталазы и интенсивность роста штаммов *S. fredii* на минерально-растительной среде при действии стрессовых факторов

Штамм	Каталазная активность		Интенсивность роста			
	при комн. температуре	после нагревания до 68 °С	NaCl, г/л		Температурный шок, °С	
			0,2	8,5	+26...+28	+39...+40
Запатентованные штаммы с высокой активностью каталазы						
КБ-11	+++	+++	4	3	4	3
ББ-49	+++	+++	4	3	4	2
ТБ-508	+++	+	3	3	3	3
Запатентованные штаммы со средней активностью каталазы						
КНР6*	++	+	4	3	4	2
ТБ-467	++	++	4	3	4	0
ББ-55	++	+	4	3	4	4
ТБ-643	++	++	4	4	4	4
Штаммы с высокой активностью каталазы						
СБ-39	+++	+++	4	3	3	2
ТБ-498	+++	+	4	3	3	4
ББ-90	+++	+++	4	3	4	4
Штаммы со средней активностью каталазы						
МБ-85	++	++	4	3	4	0
Штаммы с умеренной активностью каталазы						
065	+	-	3	3	3	3
071	+	+	4	4	4	3
ТБ-407	+	+	4	3	4	4

*Типовой штамм.

Коллекционные штаммы ризобий *S. fredii* при оптимальной температуре давали обильный (71 %) и хороший (29 %) рост штриха чистой культуры. При повышении температуры выращивания до +39...+40 °С два штамма (МБ-85, ТБ-467) прекратили свой рост, пять штаммов (КНР6, КБ-11, ББ-49, СБ-39, 071) замедлили рост биомассы, штаммы ТБ-407, ТБ-508, ББ-90, 065, ББ-55, ТБ-643 дали одинаково хороший или обильный рост бактериальной массы. Штамм ТБ-498 рос интенсивнее при повышенной температуре.

Штаммы *S. fredii* с различной каталазной активностью более устойчивы к повышенной температуре, чем штаммы *B. japonicum*.

Вывод

Таким образом, коллекционные штаммы *B. japonicum* и *S. fredii* обладали различной каталазной активностью. Высокую каталазную активность имели 10 % коллекционных штаммов *B. japonicum* и 12 % штаммов *S. fredii*, среднюю – 13 % штаммов *B. japonicum* и 15 % штаммов *S. fredii*. У 40 % штаммов ризобий сои обоих видов каталазная активность не проявлялась. Среди ризобий *B. japonicum* преобладали штаммы с умеренной каталазной активностью (44 %). Штаммы с повышенной каталазной активностью оказались устойчивыми к концентрации 8,5 г/л NaCl в минерально-растительной среде и температуре выращивания +39...+40 °С. Устойчивость штаммов *S. fredii* к неблагоприятным факторам среды была выше по сравнению со штаммами *B. japonicum* и не зависела от каталазной активности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бегун С.А. Способы, приемы изучения и отбора эффективных штаммов клубеньковых бактерий сои. Методы аналитической селекции: метод. рекомендации. Благовещенск: Зея, 2005. 70 с.
2. Бегун С.А., Сорокина А.И., Якименко М.В. Характеристика коллекционных штаммов ризобий по их ферментативной активности // Агр. наука. 2015. № 7. С. 16–18.
3. Воробьев В.А. Симбиотическая азотфиксация и температура. Новосибирск: Наука, 1998. 126 с.
4. Глянько А.К., Акимова Г.П., Макарова Л.Е., Соколова М.Г., Васильева Г.Г. Окислительные процессы на начальных стадиях взаимодействия клубеньковых бактерий и гороха // Прикл. биохимия и микробиол. 2007. Т. 43, № 5. С. 576–582.
5. Гоголева О.А., Немцева Н.В., Бухарин О.В. Каталазная активность углеводородокисляющих бактерий // Прикл. биохимия и микробиол. 2012. Т. 48, № 6. С. 612–616.
6. Ибрагимова М.В., Румянцева М.Л., Онищук О.П., Белова В.С., Курчак О.Н., Андронов Е.Е., Дзюбенко Н.И., Симаров Б.В. Симбиоз клубеньковых бактерий *Sinorhizobium meliloti* с люцерной *Medicago sativa* в условиях засоления // Микробиология. 2006. Т. 75, № 1. С. 94–100.
7. Мишустин Е.Н., Шильникова В.К. Биологическая фиксация атмосферного азота. М.: Наука, 1968. 532 с.
8. Сытников Д.М., Кругова Е.Д., Мандровская Н.М. Влияние лектина сои на метаболизм и симбиотические свойства штаммов *Bradyrhizobium japonicum* // Биотехнология. 2011. Т. 4, № 6. С. 42–50.
9. Тильба В.А., Бегун С.А., Якименко М.В. Природные популяции ризобий сои и их использование в соевых агроценозах // Инновационная деятельность аграрной науки в Дальневосточном регионе. Владивосток: Дальнаука, 2011. С. 95–102.
10. Якименко М.В., Бегун С.А. Основные направления исследований дальневосточных природных популяций // Вестн. ДВО РАН. 2016. № 2. С. 45–49.
11. Takahashi S. Cell wall deficient forms of Mycobacteria // Kekkaku. 1979. N 7. P. 63.

Т.А. АСЕЕВА, Н.Е. САВЧЕНКО,
С.А. ШМИГИРИЛОВ, К.В. КИСЕЛЕВ

Сезонная динамика количественного состава и видовое разнообразие микроорганизмов в агроценозах Среднего Приамурья

*Определены основные группы микроорганизмов, населяющих наиболее характерные для региона лугово-бурья почвы под овсом, соей и травянистой растительностью. Чаще всего встречались представители родов *Flavobacterium*, *Pedobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Arthrobacter*, *Streptomyces*, *Acinetobacter*, *Leifsonia*, *Luteibacter*, *Burkholderia*, *Stenotrophomonas*, *Massilia*, *Microbacterium*, *Aneurinibacillus*. Оценен количественный состав почвенной микрофлоры в разные фазы вегетационного периода. Изучена биологическая активность почв, затронутых сельскохозяйственной деятельностью, и почв природной экосистемы. Установлено, что антропогенная нагрузка оказывает негативный эффект на численность микроорганизмов, населяющих почвы агроценозов: содержание нитрификаторов составляло 50,2 млн ед./1 г абс. сух. почвы на лугу против 11,66 и 4,01 млн ед./1 г абс. сух. почвы под овсом и соей соответственно; содержание аммонификаторов – 21,2 млн ед./1 г абс. сух. почвы против 3,14 и 3,31 млн ед./1 г абс. сух. почвы соответственно. Коэффициент минерализации на лугу оказался почти в 2 раза выше, чем под соевыми посевами (2,34 против 1,2), что свидетельствует о более высокой скорости процессов трансформации органического азота. Самый высокий коэффициент минерализации отмечен в посевах овса.*

Ключевые слова: микробное сообщество, почвенные микроорганизмы, агроценоз, антропогенная нагрузка, нитрификаторы, аммонификаторы, коэффициент минерализации, Среднее Приамурье.

Seasonal dynamics of quantitative parameters and species diversity of microorganisms in agroecocenosis of the Middle Amur Region. T.A. ASEEVA, N.E. SAVCHENKO, S.A. SHMIGIRILOV (Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk), K.V. KISELEV (Federal Scientific Center of the East Asia terrestrial Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok).

*According to research results, the main groups of microorganisms inhabiting the meadow-brown soils under oats and soybean crops as well as under the herbage were determined that are most typical for the region. The most frequent were representatives of genera *Flavobacterium*, *Pedobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Arthrobacter*, *Streptomyces*, *Acinetobacter*, *Leifsonia*, *Luteibacter*, *Burkholderia*, *Stenotrophomonas*, *Massilia*, *Microbacterium*, *Aneurinibacillus*. The quantitative composition of soil microflora in different vegetation stages was determined, and the biological activity of soils affected by the agricultural practices and of natural ecosystem was analyzed. The anthropogenic pressure was found to have a negative effect on the number of microorganisms inhabiting the soils of agroecocenoses: the content of nitrifiers was 50.2 million units/1 g abs. dry soil in the meadow against 11.66 and 4.01 million units/1 g abs. dry soil under oats and soybean respectively; the content of ammonifiers – 21.2 million units/1 g abs. dry soil against 3.14 and 3.31 million units/1 g abs. dry soil respectively. The coefficient of mineralization in the meadow was almost 2 times higher than under soybean crops (2.34 against 1.2), which indicates a higher rate of transformation processes of organic nitrogen. The highest mineralization coefficient was found in oats.*

Key words: microbial community, soil microorganisms, agroecocenosis, anthropogenic pressure, nitrifiers, ammonifiers, mineralization coefficient, Middle Amur Region.

*АСЕЕВА Татьяна Александровна – доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, САВЧЕНКО Наталья Евгеньевна – научный сотрудник, ШМИГИРИЛОВ Сергей Андреевич – младший научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровский край, с. Восточное), КИСЕЛЕВ Константин Вадимович – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник (Федеральный научный центр Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток).

*E-mail: aseeva59@mail.ru

Введение

Важное биологическое свойство почвы – ее регенеративная способность являющаяся основой сельскохозяйственного воспроизводства плодородия почвы. Она зависит не только от отдельных химических или физических показателей, но и от функционирования почвенной биоты, цикличности процессов в системе «растение–почва». Смена растительного покрова приводит к изменению состава почвенной биоты, нарушению круговорота веществ и снижению биопродуктивности.

Современное преобразование почвенного покрова чаще всего осуществляется под антропогенным воздействием, в результате чего формируются антропогенно преобразованные экосистемы. Антропогенная нагрузка оказывает весомое влияние на микробное сообщество почвы, нарушая важные экологические функции в биосфере, связанные с круговоротом элементов питания, регуляцией газового состава атмосферы и формированием почвенной структуры [1, 11, 12, 14]. Микробиологические показатели почвы той или иной территории, в том числе с разными экосистемами, характеризуются высокой пространственной вариабельностью [15, 16], что затрудняет их использование для биологической оценки почв. Поэтому пространственное изменение микробиологических показателей почвы изучают часто вдоль трансекты (катены), обусловленной климатом [18], положением в ландшафте [17], землепользованием [20] или сукцессией растительности [21], что и позволяет рассматривать их вариабельность под влиянием этих факторов.

Почвенные микроорганизмы выполняют системообразующие функции в таких процессах, как почвообразование, разложение почвенного органического вещества, стимуляция роста и обеспечение защиты растений от патогенной микрофлоры [13, 19]. Почвенный микробиом (микробные сообщества) является непосредственным источником формирования микрофлоры, которая определяет питание растений, их устойчивость к патогенам и абиотическим стрессам. Достоверной информации, отражающей особенности микробиома в почвах сельскохозяйственных массивов Дальневосточного региона в целом и Среднего Приамурья в частности, не существует. Поэтому изучение специфики разнообразия растительно-микробного сообщества в агроэкосистемах региона представляется актуальным.

Цель исследования – изучить функционирование микробного сообщества почвы в пределах одной экосистемы и в градиенте их изменения от естественных к пахотным. В задачи исследования входило оценить влияние антропогенной нагрузки на изменение количественного и качественного состава микробных сообществ в зерно-соевых севооборотах и условиях луга.

Материалы и методы

Исследования по оценке влияния антропогенной нагрузки на количественный и качественный составы микрофлоры проводились в длительных стационарных опытах на полях под двумя тестовыми культурами – овсом и соей, а также в естественной экосистеме (луг).

Для соблюдения постоянных координат места отбора проб использовался GPS-прибор. Образцы почв отбирали до посева культур, в середине вегетационного периода и перед уборкой, в полном соответствии с методиками [3–10].

Из подготовленной по методике [10] почвы получили серию последовательных разведений. Затем осуществили посев аликвоты в 0,05 мл на ряд параллельных чашек Петри с плотными питательными средами. Оптимальными для микробиологического исследования почвы считаются разведения, при которых на чашках вырастает от 50 до 200 колоний. Эмпирическим путем установлено, что в наших опытах целесообразно использовать разведения 10^{-3} и 10^{-4} .

Для определения общей численности микроорганизмов в почве использовались следующие питательные среды:

мясо-пептонный агар (МПА) – для учета аммонифицирующих микроорганизмов, разлагающих азотсодержащее органическое вещество почвы;

крахмало-аммиачный агар (КАА) – для учета актиномицетов и амилотической микрофлоры, способной проводить деструкцию олиго- и полисахаридов и иммобилизацию азота;

среда Чапека – для учета бактерий и актиномицетов.

После посева чашки инкубировались в термостате при температуре +27 °С. Подсчет выросших колоний осуществлялся на 2–4-е сут инкубации на МПА, начиная с 4-х сут и по мере разрастания колоний – на КАА и среде Чапека.

Полученное число колоний на чашках Петри пересчитывали в число колониеобразующих единиц (КОЕ) в 1 г абсолютно сухой почвы по формуле:

$$\text{КОЕ} = \text{Чк} \cdot \text{Ка} \cdot \text{Рпс} / \text{M}_w,$$

где число КОЕ – численность колониеобразующих организмов в 1 г почвы; Чк – число подсчитанных колоний на 1 чашке, шт.; Ка – коэффициент посеянной аликвоты почвенной суспензии (для 0,05 мл = 20); Рпс – разведение засеянной почвенной суспензии (для 10^{-3} = 1000); M_w – масса абсолютно сухой почвы в 1 г свежей почвы, определяемая по формуле:

$$\text{M}_w = 1 - \text{W}/100,$$

где W – влажность почвы в %, рассчитываемая по формуле:

$$\text{W} = (m_1 - m_2) \cdot 100/m_0,$$

где m_1 и m_2 – масса бюкса с почвенной навеской до и после сушки соответственно, г; m_0 – исходная масса почвы, г; 100 – коэффициент пересчета в проценты.

Коэффициент минерализации определяли подсчетом соотношения количества микроорганизмов-аммонификаторов и числа микроорганизмов, усваивающих минеральный азот, т.е. число КОЕ на КАА делили на число КОЕ, обнаруженных на МПА, из одного и того же почвенного разведения.

Основываясь на данных о количественном составе микроорганизмов на разных питательных средах, делали вывод о степени обогащенности почвы микроорганизмами.

Видовой состав почвенных микроорганизмов изучали молекулярно-генетическими методами: из наиболее типичных микроорганизмов была экстрагирована ДНК, амплифицирован участок гена 16S рибосомальной РНК методом ПЦР (полимеразная цепная реакция) и проведено секвенирование полученных продуктов по Сэнгеру.

Результаты и обсуждение

Установлено, что микрофлора участков, подверженных и не подверженных антропогенной нагрузке, существенно различались как по количеству микроорганизмов, разлагающих минеральный азот (в среднем $50,2 \cdot 10^6$ на лугу против $4,01 \cdot 10^6$ – $11,66 \cdot 10^6$ под овсом и соей), так и по количеству деструкторов органического азота ($21,2 \cdot 10^6$ против $3,14 \cdot 10^6$ – $3,31 \cdot 10^6$) (табл. 1).

В ходе вегетационного периода колония микроорганизмов разрасталась, но к уборке она снова становилась меньше, чем до посева культур (рис. 1).

Таблица 1
Среднее содержание микроорганизмов в почвах, затронутых (овес, соя) и не затронутых (луг) антропогенной нагрузкой

Тип почв	Количество микроорганизмов, млн ед./1 г абсолютно сухой почвы	
	МПА	КАА
Луг	21,20	50,20*
Почва под овсом	3,14	11,66
Почва под соей	3,31	4,01

* По результатам двух отборов.

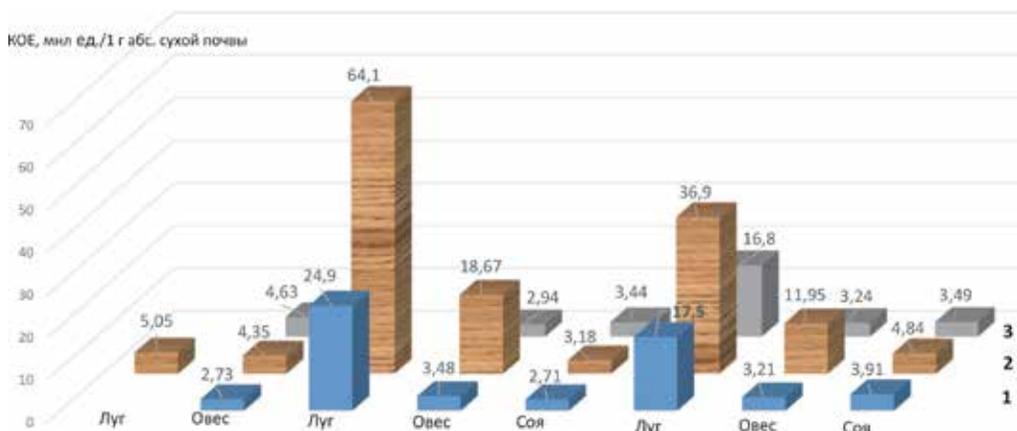


Рис. 1. Динамика количества микроорганизмов по фазам отбора на разных питательных средах: 1 – МПА, 2 – КАА, 3 – среда Чапека

В целом наблюдается заметное преобладание нитрификаторов над аммонификаторами на участках, как подверженных, так и не подверженных антропогенной нагрузке ($50,2 \cdot 10^6$ против $21,2 \cdot 10^6$ на лугу, $4,01 \cdot 10^6$ против $3,31 \cdot 10^6$ под соей, $11,66 \cdot 10^6$ против $3,14 \cdot 10^6$ под овсом). На лугу и под овсом разница в количестве этих групп микроорганизмов достигает 2–3-кратного размера, в почвах под соевыми посевами доминирование нитрификаторов не столь существенное.

По степени обогащенности микроорганизмами (табл. 2) почвы луга, не вовлеченные в сельскохозяйственную деятельность, относятся к очень богатым, в то время как длительное антропогенное воздействие негативно сказывается на микрофлоре почв опытных участков: они становятся среднеобогаченными.

Коэффициент минерализации показывает интенсивность протекания в почве процессов трансформации органического вещества растительных и животных остатков, а также разнообразных органических удобрений [19]. Данный коэффициент свидетельствует о степени развития амилотической части почвенного микробиоценоза и, соответственно, о ее активности в трансформации углеводов почвы и связывании свободного азота. Чем он выше (>1), тем интенсивнее протекают иммобилизационные процессы, что говорит либо об очень высокой обеспеченности почвы аммиачным азотом (это может быть следствием сильного развития аммонификаторов), либо о появлении в почве бедного азотом органического вещества (солома, кора и т.п.). Последнее, в свою очередь, может активизировать развитие олиготрофной и автохтонной групп микробиоценоза, что в итоге приведет к повышению численности амилотиков, так как в результате работы олиготрофов в почвенный раствор высвобождается определенное количество аммиака. В условиях агроценоза слишком большое значение этого коэффициента ($>3-5$) может косвенно свидетельствовать о повышении скорости разложения специфического органического вещества почвы – гумуса [5].

Для почв в наших опытах коэффициент минерализации составляет 1,2 для сои, 2,34 для луга и 3,56 для овса (рис. 2). Полученные данные свидетельствуют о

Таблица 2

Шкала оценки степени обогащенности почвы микроорганизмами (по Д.Г. Звягинцеву [2])

Степень обогащенности почвы микрофлорой	Количество микроорганизмов, млн ед./1 г абсолютно сухой почвы	
	МПА	КАА
Очень бедная	<1	<2
Бедная	1–2	2–4
Средняя	3–5	5–10
Богатая	6–10	11–20
Очень богатая	>11	>21

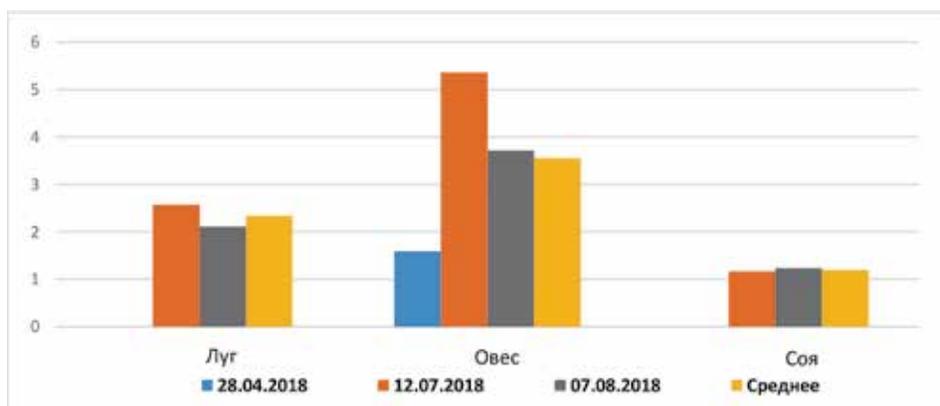


Рис. 2. Динамика коэффициента минерализации почв луга и почв под посевами овса и сои

том, что скорость процессов трансформации органического азота на участке, не затронутом сельскохозяйственной деятельностью, примерно в 2 раза выше, чем в почвах под соевыми посевами. Самый высокий коэффициент у почв под овсом, причиной чего может быть их длительное переувлажнение в течение вегетационного периода (продолжительное затопление способствовало накоплению больших объемов аммиачного азота). В соевых посевах такой ситуации не наблюдалось ввиду использования гребне-грядовой технологии возделывания, которая обеспечивает лучший водный режим почв под культурой в условиях избытка влаги.

По данным секвенирования были определены наиболее характерные для почв региона микроорганизмы. Чаще всего встречались представители родов *Flavobacterium*, *Pedobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Arthrobacter*, *Streptomyces*, *Acinetobacter*, *Leifsonia*, *Luteibacter*, *Burkholderia*, *Stenotrophomonas*, *Massilia*, *Microbacterium*, *Aneurinibacillus*.

Вывод

В результате исследования установлены основные группы микроорганизмов, населяющих лугово-бурые почвы под овсом и соей, а также под травянистой растительностью. Наиболее характерны для региона представители родов *Flavobacterium*, *Pedobacter*, *Bacillus*, *Enterobacter*, *Arthrobacter*, *Streptomyces*, *Acinetobacter*, *Leifsonia*, *Luteibacter*, *Burkholderia*, *Stenotrophomonas*, *Massilia*, *Microbacterium*, *Aneurinibacillus*. Выявлено, что антропогенная нагрузка оказывает негативный эффект на численность микроорганизмов, населяющих почвы агроценозов: содержание нитрификаторов составляло 50,2 млн ед./1 г абс. сух. почвы на лугу против 11,66 и 4,01 млн ед./1 г абс. сух. почвы под посевами овса и сои соответственно; содержание аммонификаторов 21,2 млн ед./1 г абс. сух. почвы против 3,14 и 3,31 млн ед./1 г абс. сух. почвы соответственно. Коэффициент минерализации на лугу оказался почти в 2 раза выше, чем под соевыми посевами (2,34 против 1,2), что свидетельствует о более высокой скорости процессов трансформации органического азота. Самый высокий коэффициент минерализации отмечен в посевах овса.

Так как почвы Среднего Приамурья характеризуются кислой реакцией среды, это создает благоприятные условия для массового развития почвенных микроскопических грибов, в том числе фитопатогенных, что затрудняет диагностику бактериального состава агроценоза. В связи с этим дальнейшие исследования должны быть направлены на поиски биологических агентов-микроорганизмов, являющихся естественными антагонистами наиболее распространенных возбудителей грибных болезней сельскохозяйственных культур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Заварзин Г.А., Кудеяров В.Н. Почва как главный источник углекислоты и резервуар органического углерода на территории России // *Вестн. РАН*. 2006. Т. 76, № 1. С. 14–29.
2. Звягинцев Д.Г., Асеева И.В., Бабьева И.П., Мирчинк Т.Г. Методы почвенной микробиологии и биохимии: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 1980. 224 с.
3. Зенова Г.М., Степанов А.Л., Лихачева А.А., Манучарова Н.А. Практикум по биологии почв: учеб. пособие. М.: Изд-во МГУ, 2002. 120 с.
4. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследований. Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 2003. 216 с.
5. Казеев К.Ш., Колесников С.И., Акименко Ю.В., Даденко Е.В. Методы биодиагностики наземных экосистем / отв. ред. К.Ш. Казеев. Ростов н/Д.: Изд-во Юж. федер. ун-та, 2016. 356 с.
6. Прунтова О.В., Сахо О.Н. Лабораторный практикум по общей микробиологии. Владимир: Изд-во Владимир. гос. ун-та, 2005. 76 с.
7. Теппер Е.З., Шильникова В.К., Переверзева Г.И. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для вузов. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Дрофа, 2004. 256 с.
8. Терещенко Н.Н., Акимова Е.Е., Минаева О.М. Практикум по микробиологии для оценки плодородия почвы и качества грунтов: учеб.-метод. пособие. Томск: ТГУ, 2011. 96 с.
9. Титова В.И., Козлов А.В. Методы оценки функционирования микробсообщества почвы, участвующего в трансформации органического вещества: науч.-метод. пособие / Нижегород. с.-х. акад. Нижний Новгород, 2012. 64 с.
10. Титова В.И., Козлов А.В. Методы учета численности и биомассы микроорганизмов почвы: учеб.-метод. пособие / Нижегород. с.-х. акад. Нижний Новгород, 2011. 40 с.
11. Умаров М.М. Роль микроорганизмов в круговороте химических элементов в наземных экосистемах // Структурно-функциональная роль почвы в биосфере. М.: Наука, 2003. С. 125–139.
12. Anderson T.-H., Domsch K.H. Soil microbial biomass: The eco-physiological approach // *Soil Biol. Biochem.* 2010. Vol. 42, iss. 12. P. 2039–2043.
13. Condron L., Stark C., O'Callaghan M., Clinton P., Huang Z. The Role of Microbial Communities in the Formation and Decomposition of Soil Organic Matter // *Soil Microbiology and Sustainable Crop Production*. L.; N.Y.: Springer Science + Business Media B.V., 2010. P. 81–117.
14. Dilly O. Regulation of the respiratory quotient of soil microbiota by availability of nutrients // *FEMS Microbiol. Ecol.* 2003. Vol. 43. P. 375–381.
15. Morris S.J. Spatial distribution of fungal and bacterial biomass in southern Ohio hardwood forest soils: fine scale variability and microscale patterns // *Soil Biol. Biochem.* 1999. Vol. 31, N 10. P. 1375–1386.
16. Parkin T.B. Spatial variability of microbial processes in soil: a review // *Environ. Quality*. 1993. Vol. 22, N 3. P. 409–417.
17. Ruess R.W., Seagle S.W. Landscape patterns in soil microbial processes in the Serengeti national park, Tanzania // *Ecology*. 1994. Vol. 75, N 4. P. 892–904.
18. Raubuch M., Beese F. Pattern of microbial indicators in forest soils along an European transect // *Biol. Fertil. Soils*. 1995. Vol. 19, N 4. P. 362–368.
19. Schulz S., Brankatschk R., Dumig A., Kogel-Knabner I., Schloter M., Zeyer J. The role of microorganisms at different stages of ecosystem development for soil formation // *Biogeosciences*. 2013. Vol. 10. P. 3983–3996.
20. Yan T., Yang L., Campbell C.D. Microbial biomass and metabolic quotient of soils under different land use in Three Gorges Reservoir area // *Geoderma*. 2003. Vol. 115. P. 129–138.
21. Zak D.R., Tilman D., Parmenter R.R., Rice C.W., Fisher F.M., Vose J., Milchunas D., Martin C.W. Plant production and soil microorganisms in late-successional ecosystems: a continental-scale study // *Ecology*. 1994. Vol. 75, N 8. P. 2333–2347.

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

Взаимодействие ризобиальных бактерий с растениями сои сортов приморской селекции

Представлены результаты исследований симбиотических взаимоотношений клубеньковых бактерий с соей, эффективности искусственной бактериализации ее семян. Доказано, что каждому сорту среди активных форм ризобий необходимо подбирать наиболее совместимый по генотипу штамм, с которым у растений будут складываться комплементарные связи в экологических условиях Приморского края. Установлена корреляционная зависимость между некоторыми хозяйственно ценными признаками и показателями симбиотической деятельности растений сортов сои селекции ФГБНУ «ФНЦ агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки».

Ключевые слова: Приморский край, соя, сорт, симбиоз, высоковирулентные штаммы ризобий, азотфиксация, комплементарность, грибные болезни, устойчивость, урожайность.

Interaction of rhizobial bacteria with plants of soybean varieties developed in Primorsky Krai. E.S. BUTOVETS, L.M. LUKYANCHUK, E.A. VASINA (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chayka, Primorsky Krai, Timiryazevsky village).

The article presents the results of studies of symbiotic relationships between nodule bacterium and soybean, the effectiveness of artificial bacterization of its seeds. It is proved that for each variety, among the active forms of rhizobia it is necessary to select the most compatible genotype strain with which plants will develop complementary relationships in the environmental conditions of Primorsky Krai. A correlative dependence between some economically important traits and indicators of symbiotic activity of plants of soybean varieties which were developed in "A.K. Chayka Federal Scientific Center of Agrobiotechnology of the Far East" was determined.

Key words: Primorsky Krai, soybean, variety, symbiosis, highly virulent strains of rhizobia, nitrogen fixation, complementarity, fungal diseases, resistance, productivity.

Введение

Азот – лимитирующий элемент всей жизни на Земле. Ежегодно около 2 % всей вырабатываемой человечеством электроэнергии тратится на процесс Габера–Боша для создания азотных удобрений [15]. Известно всего несколько родов клубеньковых бактерий симбионтов растений, фиксирующих атмосферный азот и выделяющих аммиак в окружающую среду. Многие представители бобовых способны к симбиотической азотфиксации. Соя является самым важным источником биологически фиксируемого азота среди всех бобовых культур (77 %), при этом она составляет 68 % от мирового производства бобовых

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

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы фундаментальных научных исследований ДВО РАН «Дальний Восток» на 2018–2020 гг. (грант № 18-5-032).

культур [3]. В почве после сои остается большая часть фиксированного ризобиями азота, что помогает получить высокие урожаи последующих культур в севообороте [4, 9, 10]. Способность к симбиотической азотфиксации атмосферного азота делает сою идеальной для возделывания сельскохозяйственной культурой ввиду уменьшения потребности в синтетических азотных удобрениях, стоимость которых возрастает. Снижается их отрицательное действие на окружающую среду: прямое загрязнение азотными соединениями, выброс оксида азота и увеличение содержания в атмосфере углекислого газа.

В современных технологиях выращивания сои широко используются биопрепараты на основе высокоэффективных штаммов специфических ризобий. Применение культурных отселектированных, более вирулентных и конкурентоспособных штаммов клубеньковых бактерий является эффективным приемом для повышения иммунного статуса растений [6, 7, 14].

Селекционерами создаются сорта с высоким генетическим потенциалом урожайности, а поскольку соевые семена богаты белком, получение высоких урожаев потребует соответствующего уровня азотного питания. Поэтому возникает необходимость увеличения потенциала азотфиксации. Перспективным направлением является повышение интенсивности биологической азотфиксации за счет подбора наиболее продуктивных симбионтов и внедрения обработки эффективными штаммами ризобий в качестве элемента сортовой агротехники сои [2].

Цель исследований – получение новых знаний и экспериментальных данных о взаимодействии ризобий с растениями сои сортов приморской селекции для совершенствования сортовой технологии возделывания сои в Приморском крае.

Были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние штаммов ризобий *Bradyrhizobium japonicum* (Jordan, 1982) и *Sinorhizobium fredii* (Scholla, Elkan, 1984) на урожайность перспективных сортов сои различных групп спелости;
- определить влияние испытываемых штаммов на иммунный статус сортов;
- выявить наиболее комплементарные сорто-штаммовые сочетания для сортов местной селекции в почвенно-климатических условиях Приморья.

Материал и методы

Изучение симбиотических взаимоотношений клубеньковых бактерий с соей и эффективности искусственной бактериализации ее семян проводили на полях лаборатории селекции сои ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» в 2016–2018 гг. В период проведения опытов метеорологические условия были контрастными, но в основном соответствовали биологическим потребностям сои [13].

Объектами исследований являлись высоковирулентные штаммы ризобий вида *Bradyrhizobium japonicum* (ТМ-464, БМ-88, Вр-1) и *Sinorhizobium fredii* (062, ББ-90, ТБ-589) селекции ФГБНУ ВНИИ сои, предоставленные нам сотрудниками лаборатории биологических исследований указанного института, и районированные сорта сои селекции ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки» разных групп спелости: среднеранняя – Приморская 13, средняя – Приморская 4, Сфера и Муссон, среднепоздняя – Приморская 86.

Семена сои перед посевом были обработаны бактериальными препаратами с добавлением прилипателя NaKMЦ в соответствии со схемой опыта и высеяны в почву при норме высева, рекомендованной для производственных посевов, – 450 тыс. всхожих семян на 1 га. Агротехника – общепринятая для Приморского края [12]. Опыт заложен по методике полевого опыта Б.А. Доспехова [5]. Площадь делянки 9 м². Повторность опыта четырехкратная, расположение делянок систематическое.

Учет пораженности грибными болезнями проводили на основе методических указаний по изучению устойчивости сои к грибным болезням [8], подсчет и оценку количества клубеньков и их массы – по методике С.А. Бегун [1], оценку продуктивности и учеты по основным хозяйственно ценным признакам – согласно методическим указаниям [11]. Содержание белка и масла в семенах сои определяли с помощью прибора Inframatic 9200 в лаборатории агрохимических анализов ФГБНУ «ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки».

Полученные экспериментальные данные обработаны методами дисперсионного и парного корреляционного анализа по методике Б.А. Доспехова с использованием прикладных программ на персональном компьютере [5].

Результаты исследований

В 2016–2017 гг. изучали симбиотические взаимоотношения штаммов ризобий (062, ТМ-464, ББ-90, ВР-1) и растений сои сортов приморской селекции, а также и связанные с ними продукционные процессы. Установлено, что у среднераннеспелого сорта Приморская 13 максимальная прибавка урожая (1,8 ц/га) получена в варианте с обработкой семян штаммом ВР-1, при этом количество клубеньков на одном растении было на уровне контроля (табл. 1).

Таблица 1

Влияние инокуляции сои активными штаммами ризобий на иммунный статус и урожайность сортов различных групп спелости, 2016–2017 гг.

Вариант	Урожайность*, ц/га	Количество клубеньков, шт./раст.	Масса клубеньков, г/раст.	Масса 1000 семян, г	Степень поражения септориозом, %	Степень поражения пероноспорозом, %
Приморская 13						
Контроль (без обработки)	20,9	29,4	0,44	185	46,2	19,3
Обработка семян штаммом 062	19,9	43,1	0,36	180	55,0	20,7
штаммом ТМ-464	20,6	25,9	0,21	190	53,7	21,1
штаммом ББ-90	19,4	37,6	0,46	183	41,2	19,5
штаммом ВР-1	22,7	30,9	0,33	185	38,7	23,0
Приморская 4						
Контроль (без обработки)	17,8	60,3	0,95	155	56,7	19,8
Обработка семян штаммом 062	23,0	26,6	0,21	165	43,7	21,6
штаммом ТМ-464	22,7	25,6	0,26	165	48,0	24,0
штаммом ББ-90	19,5	24,8	0,18	160	37,5	22,0
штаммом ВР-1	20,1	34,1	0,34	155	48,7	20,0
Приморская 86						
Контроль (без обработки)	22,5	52,5	1,13	185	41,2	21,8
Обработка семян штаммом 062	19,8	40,6	0,70	183	40,0	22,9
штаммом ТМ-464	15,6	35,9	0,50	180	53,7	15,6
штаммом ББ-90	24,5	41,9	1,11	190	40,0	23,8
штаммом ВР-1	19,6	24,9	0,30	180	35,0	21,5

*НСР_{0,95} = 1,4.

Среднеспелый сорт Приморская 4 в климатических условиях отчетного периода после обработки штаммом 062 дал максимальную прибавку урожая: урожайность была 23,0 ц/га, что выше контроля на 5,2 ц/га. Во всех вариантах с обработкой штаммами

семян наблюдалось снижение поражения листьев сои сорта Приморская 4 септориозом (до 19,2 %).

При обработке высоковирулентным штаммом ББ-90 отмечено увеличение урожайности на 2,0 ц/га и массы 1000 семян у среднепозднеспелого сорта Приморская 86.

Для повышения эффективности анализа немаловажное значение имеет определение корреляционных отношений между признаками (табл. 2).

Между изучаемыми показателями у сортов Приморская 13 и Приморская 4 присутствует обратная корреляционная зависимость с сильной и средней связью, что свидетельствует о неоднозначном влиянии штаммов на данные растения сои.

На сорте Приморская 86 установлены прямые корреляции количественных признаков с показателями симбиотической деятельности растений (с количеством клубеньков на растении – средняя связь, с массой клубеньков – сильная связь).

Таблица 2

Корреляционная зависимость количественных признаков от основных показателей симбиотической деятельности растений сои по сортам, 2016–2017 гг.

Показатели симбиотической деятельности растений	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г
Приморская 13		
Кол-во клубеньков, шт./раст.	-0,52	-0,94
Масса клубеньков, г/раст.	-0,31	-0,65
Приморская 4		
Кол-во клубеньков, шт./раст.	-0,74	-0,70
Масса клубеньков, г/раст.	-0,71	-0,64
Приморская 86		
Кол-во клубеньков, шт./раст.	+0,48	+0,59
Масса клубеньков, г/раст.	+0,78	+0,88

С 2018 г. начато исследование комплементарных связей нового набора штаммов ризобияльных бактерий и сортов сои. В результате изучения влияния штаммов БМ-88, ТБ-589 на сорта сои Сфера и Муссон в природно-климатических условиях Приморского края установлено, что у среднеспелого сорта Сфера максимальная прибавка урожая (1,7 ц/га) получена в варианте с обработкой семян штаммом ТБ-589. Среднепозднеспелый сорт Муссон увеличением урожая отреагировал на обработку штаммом БМ-88. В данном варианте урожайность была 22,8 ц/га, что на 1,3 ц/га выше контроля (табл. 3).

В вариантах с обработкой высоковирулентным штаммом БМ-88 количество клубеньков на корнях сои сортов Сфера и Муссон увеличилось на 18,0 и 57,0 %, а их масса возросла соответственно на 9,0 и 97,0 % по сравнению с контролем.

Показатель «масса 1000 зерен» в опыте был выше в контрольном варианте на двух сортах. На качественный состав семени сои ризобияльные бактерии действовали неоднозначно: штамм ТБ-589 способствовал незначительному увеличению белка и масла у среднеспелого сорта Сфера, БМ-88 – у среднепозднеспелого сорта Муссон.

При проведении статистического анализа у сорта Сфера были обнаружены прямые корреляции: со средней связью – между количеством клубеньков и массой 1000 зерен (коэффициент корреляции $r = +0,47$), с сильной связью – между массой клубеньков и массой 1000 зерен ($r = +0,69$) (табл. 4). У сорта Муссон установлена прямая сильная корреляционная связь ($r > 0,66$) между показателями симбиотической деятельности растений, урожайностью и содержанием белка в семенах. У двух сортов сои присутствует существенная обратная связь между симбиотическими показателями и содержанием масла в семенах.

**Влияние инокуляции сои активными штаммами ризобий
на некоторые хозяйственно ценные признаки сортов различных групп спелости, 2018 г.**

Вариант	Урожайность*, ц/га	Отклонение от стандарта, ц/га	Количество клубеньков, шт./раст.	Масса клубеньков, г/раст. белка	Масса 1000 зерен, г	Содержание в семенах, %	
						белка	масла
Сфера							
Контроль (без обработки)	20,9	–	66,2	0,75	192	36,6	24,3
Обработка семян штаммом БМ-88	21,2	+0,3	78,9	0,82	180	36,8	24,2
штаммом ТБ-589	22,6	+1,7	49,6	0,43	172	37,0	24,7
Муссон							
Контроль (без обработки)	21,5	–	38,8	0,35	190	38,1	23,7
Обработка семян штаммом БМ-88	22,8	+1,3	61,0	0,69	172	39,1	22,9
штаммом ТБ-589	21,6	+0,1	26,6	0,26	175	38,4	23,5

*НСР_{0,95} = 1,2.

Корреляционная зависимость количественных и качественных признаков от основных показателей симбиотической деятельности растений сои, 2018 г.

Показатели симбиотической деятельности растений	Урожайность, ц/га	Масса 1000 зерен, г	Содержание в семенах, %	
			белка	масла
Сфера				
Кол-во клубеньков, шт./раст.	–0,82	+0,47	–0,56	–0,97
Масса клубеньков, г/раст.	–0,94	+0,69	–0,77	–1,0
Муссон				
Кол-во клубеньков, шт./раст.	+0,91	–0,32	+0,79	–0,82
Масса клубеньков, г/раст.	+0,96	–0,46	+0,88	–0,90

Эффективность симбиоза с клубеньковыми бактериями чаще зависит не от количества и массы клубеньков, а от активности продуктивной деятельности ризобий, так как не всегда увеличение количества образовавшихся клубеньков приводит к повышению урожайности. Из данных табл. 4 видно, что коэффициент корреляции между ризобияльными показателями и урожайностью у сорта Сфера составляет –0,82 и –0,94 (характер связи – отрицательная сильная), что в свою очередь подтверждает активную деятельность штаммов.

Соя – культура, для которой повышение устойчивости к болезням всегда актуально. Активно действующая бобоворизобиальная система снижает восприимчивость растений к заражению фитопатогенами (табл. 5) [9].

В вариантах с применением штаммов поражение грибной болезнью – септориозом было ниже, чем в контроле, на 2,5 %. Зависимость между поражением сои болезнями (церкоспороз, пероноспороз) и инокуляцией ризобиями при анализе данных, полученных в условиях 2018 г., не прослеживалась.

Таблица 5

Воздействие активных штаммов ризобий на иммунный статус сортов сои, 2018 г.

Вариант	Степень поражения грибными болезнями, %		
	септориозом	церкоспорозом	пероноспорозом
Сфера			
Контроль (без обработки)	36,5	9,5	8,0
Обработка семян штаммом БМ-88	34,0	10,0	10,0
штаммом ТБ-589	34,0	10,0	8,5
Муссон			
Контроль (без обработки)	38,0	10,0	11,5
Обработка семян штаммом БМ-88	35,5	10,0	11,5
штаммом ТБ-589	35,5	10,0	9,5

Выводы

1. По результатам исследований установлено, что эффективное функционирование биосистемы симбионтов тесно связано с генотипическими особенностями сорта сои и штамма клубеньковых бактерий. Необходимо для каждого сорта подбирать определенный штамм ризобий, с которым у растений данного сорта в экологических условиях Приморского края будет складываться ковалентная связь.

2. Максимальная прибавка урожая у сорта сои Приморская 13 (1,8 ц/га) отмечена в варианте с обработкой семян штаммом ВР-1, у сорта Приморская 4 (5,2 ц/га) – штаммом 062, Приморская 86 (2,0 ц/га) – штаммом ББ-90.

3. Отмечено присутствие обратной корреляционной зависимости с сильной и средней связью между показателями симбиотической деятельности и количественными признаками растений у сортов Приморская 13 и Приморская 4.

4. Прибавка урожая на среднеспелом сорте сои Сфера (1,7 ц/га) получена в варианте с обработкой семян штаммом ТБ-589, на среднепозднеспелом сорте Муссон (1,3 ц/га) – штаммом БМ-88.

5. В вариантах с обработкой высоковирулентным штаммом БМ-88 количество клубеньков на корнях сои сортов Сфера и Муссон увеличилось на 18,0 и 57,0 %, а их масса возросла на 9,0 и 97,0 % соответственно по сравнению с контролем.

6. Обнаружены прямые корреляции на сорте Сфера между признаками: со средней связью – количество клубеньков и масса 1000 зерен, с сильной – масса клубеньков и масса 1000 зерен. На сорте Муссон установлена прямая сильная корреляционная связь между показателями симбиотической деятельности растений, урожайностью и содержанием белка в семенах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бегун С.А., Тильба В.А. Способы, приемы изучения и отбора эффективных штаммов клубеньковых бактерий сои. Методы аналитической селекции. Благовещенск: Зея, 2005. 70 с.
2. Воздействие различных штаммов ризобий на сорта сои селекции Приморского НИИСХ / Л.А. Дега, Л.М. Лукьянчук, Е.С. Бутовец, М.В. Якименко // Дальневост. аграр. вестн. 2017. № 4 (44). С. 18–23.
3. Денисов Я. Одиссея азота. – <https://biomolecula.ru/articles/odisseia-azota> (дата обращения: 29.01.2017).

4. Доросинский Л.М. Клубеньковые бактерии и нитрагин. Л.: Колос, 1970. 192 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1985. 416 с.
6. Испытание штаммов ризобий сои видов *Bradyrhizobium japonicum* и *Sinorhizobium fredii* / Л.А. Дега, О.И. Хасбиуллина, М.В. Якименко, С.А. Бегун // Защита и карантин растений. 2016. № 10. С. 23–24.
7. Крутило Д.В. Эффективность штаммов *Bradyrhizobium japonicum* на фоне местных популяций ризобий сои // Вестн. Алтайского гос. агр. ун-та. 2014. № 4. С. 42–47.
8. 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.
9. Мишустин Е.Н., Шильникова В.К. Клубеньковые бактерии и инокуляционный процесс. М.: Наука, 1973. 149 с.
10. Проворов Н.А., Онищук О.П., Курчак О.Н. Габитус и продуктивность люцерны (*Medicago sativa* L.) в зависимости от инокуляции штаммами *Sinorhizobium meliloti*, различающимися по солеустойчивости // Сельхоз. биология. 2016. Т. 51, № 3. С. 343–350.
11. Соя. Методические указания по селекции и семеноводству / сост. Н.И. Корсаков, Ю.П. Мякушко. Л.: ВИР, 1975. 159 с.
12. Соя на Дальнем Востоке / А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко и др. Владивосток: Дальнаука, 2010. 435 с.
13. Чирков Ю.И. Агрометеорология. 2-е изд., перераб. и доп. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 296 с.
14. Якименко М.В. Совместимость коллекционных штаммов ризобий сои с фунгицидами и ростстимулирующими препаратами // Дальневост. агр. вестн. 2016. № 2. С. 38–41.
15. The Haber Process. – <https://www.chemguide.co.uk/physical/equilibria/haber.html> (дата обращения: 30.01.2017).

В.С. УСАНОВ, Г.Ю. ШИШКИНА, В.В. ШИШКИН

Влияние концентрации NaCl в соево-кукурузном субстрате на развитие *Bacillus subtilis*

Представлены результаты исследований по определению влияния концентрации NaCl на развитие Bacillus subtilis. Изучена динамика развития биомассы, найден диапазон концентрации соли для последующей его оптимизации с целью накопления и увеличения активности биомассы микроорганизмов в пробиотической кормовой добавке.

Ключевые слова: питательный субстрат, *Bacillus subtilis*, NaCl, давление, развитие.

The effect of NaCl concentration in soybean-corn substrate on the development of microorganisms *Bacillus subtilis*. V.S. USANOV, G.Yu. SHISHKINA, V.V. SHISHKIN (Far Eastern Scientific Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture, Blagoveshchensk).

The article presents the results of studies to determine the effect of NaCl concentration on the development of microorganisms of Bacillus subtilis. The dynamics of biomass development has been studied and the range of salt concentration has been found for its subsequent optimization with the aim of accumulating and increasing the activity of microorganism biomass in the probiotic feed additive.

Key words: nutrient substrate, *Bacillus subtilis*, NaCl, pressure, development.

Повышение эффективности животноводства предполагает биотехнологическую модернизацию, использование животных с высоким генетическим потенциалом и производство полноценных кормов.

Существующие комплексы технологических и ветеринарно-санитарных приемов при выращивании молодняка не позволяют поддерживать высокий уровень резистентности к инфекциям, вызванным условно патогенной микрофлорой. Применение антибиотиков для профилактики и лечения желудочно-кишечных заболеваний небезопасно и становится все менее эффективным. Предотвратить развитие многих патологий у животных позволяет использование кормов, обогащенных биологически активными добавками, натуральными продуктами с лекарственными свойствами, минеральными соединениями и витаминами.

С этих позиций как компоненты рационального питания животных, поддерживающие их здоровье и улучшающие качество продукции, безопасной в бактериальном и химическом отношении, следует рассматривать пробиотики [7]. Наблюдается устойчивая тенденция замещения ими антибиотиков, которые наиболее широко применяются в животноводстве с целью профилактики и лечения кишечных инфекций [3]. Идет поиск новых видов микроорганизмов, перспективных для использования в составе пробиотических препаратов, совершенствуется технология их производства, создаются новые биопрепараты оригинального состава.

*УСАНОВ Вячеслав Сергеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ШИШКИНА Галина Юрьевна – научный сотрудник, ШИШКИН Виктор Вячеславович – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, Благовещенск). *E-mail: usanov-1989@bk.ru

В составе большинства пробиотиков находятся штаммы бактерии *Bacillus subtilis*, которые, в отличие от типичных гнилостных бактерий-аммонификаторов, не разрушают белок до его конечных продуктов, например аммиака, а только пептонизируют его [4], что делает белок более усвояемым для животных. Эти микроорганизмы являются наиболее устойчивыми к действию литических и пищеварительных ферментов и поэтому сохраняют свою жизнеспособность вдоль всего желудочно-кишечного тракта. Они не вырабатывают токсичных компонентов и не проявляют патогенных свойств даже в концентрациях, значительно превышающих рекомендуемые для применения. Их антагонистическая активность ярко выражена и проявляется к более широкому спектру патогенных и условно патогенных бактерий, чем у других представителей нормальной микрофлоры.

Потребности данных микроорганизмов в питательных веществах чрезвычайно разнообразны и определяются особенностями их метаболизма. Питательная среда должна включать доступный для клетки источник энергии. В настоящее время, для большей экономической эффективности, технологии повышения продуктивности бактериальных культур разрабатываются на основе дешевых питательных сред [5]. Эта цель достигается в том числе использованием субстрата на основе зерна сои, при этом микроорганизмы, вероятно, смогут разрушить содержащиеся в сое антипитательные вещества [1]. Соевое молоко используют для кормления молодняка крупного рогатого скота, поскольку спаивание цельного молока не всегда экономически эффективно, а также как белковую добавку к рациону дойных коров [2].

Для роста бактериальной культуры существенное значение имеют не только состав субстрата, но и факторы окружающей среды, например осмотическое давление, определяемое температурой и растворенными веществами, в том числе солями. Большинство микроорганизмов способны развиваться при концентрации растворенных солей до 5 % [6]. Их избыток угнетающе действует на развитие микроорганизмов, что обусловлено не только повышением осмотического давления, но и прямым токсическим воздействием: подавляются процессы дыхания, нарушаются функции клеточных мембран и др.

Поэтому определение влияния концентрации соли в субстрате на основе зерна сои на динамику роста микроорганизмов *Bacillus subtilis* с целью создания пробиотической добавки для сельскохозяйственных животных является актуальным исследованием в области сельскохозяйственной биотехнологии.

Цель нашего исследования заключалась в изучении динамики роста *Bacillus subtilis* в соево-кукурузном субстрате в зависимости от концентрации NaCl для разработки технологии получения пробиотической кормовой добавки для сельскохозяйственных животных.

Материал и методы исследования

Экспериментальные исследования проводились на базе ФГБНУ ДальНИИ-МЭСХ. Для определения влияния концентрации NaCl (от 1 до 5 %) в субстрате на динамику роста *Bacillus subtilis* была проведена серия из 5 опытов в трех повторностях.

Для приготовления питательного субстрата отдельно пюрировали по 100 г предварительно замоченных на 12 ч соевых бобов и зерен кукурузы. Полученные массы отдельно варили в 1 л воды в течение 20 мин. Бульоны стерилизовали в автоклаве 15 мин при температуре 121 °С. После стерилизации их брали в соотношении 5 : 1 (200 мл соевого молока и 40 мл кукурузного бульона), доводили объем смеси до 500 мл стерилизованной дистиллированной водой, добавляли NaCl. Активную кислотность субстрата приводили к рН 7 с помощью стерильных буферных растворов. В колбы вносили микроорганизмы в количестве 3×10^6 КОЕ. Культивировали при температуре 37 °С.

Пробы для подсчета численности микроорганизмов в микробиологических мазках по методике Виноградского–Брида брали через 4 и 20 ч культивирования. За контроль был принят субстрат без NaCl.

Результаты исследований и их обсуждение

Анализируя результаты эксперимента, можно сделать вывод, что внесение в субстрат NaCl, при 4-часовом культивировании, положительно повлияло на рост *Bacillus subtilis*, во всех вариантах наблюдали увеличение ее численности по сравнению с контролем: на 899 %, 1918, 44, 22 и 1 % соответственно. При внесении 2 % поваренной соли в питательную среду наблюдали максимальную концентрацию микроорганизмов, дальнейшее увеличение количества NaCl резко замедляло их рост (см. таблицу).

Влияние концентрации поваренной соли на динамику численности клеток *Bacillus subtilis* при культивировании в 0,5 л соево-кукурузного субстрата

Концентрация NaCl, %	Количество микроорганизмов				
	10 ⁵ /мл			% к контролю	
	0 ч	4 ч	20 ч	4 ч	20 ч
0 (контроль)	0,06	2,84 ± 0,218	294 ± 17,8	100	100
1	-«-	28,1 ± 1,76	332 ± 25,0	989	113
2	-«-	59,2 ± 15,8	345 ± 43,4	2018	117
3	-«-	4,09 ± 0,832	280 ± 14,8	144	95
4	-«-	3,47 ± 0,405	234 ± 54,4	122	80
5	-«-	2,87 ± 0,476	147 ± 50,2	101	50

Данный эффект можно объяснить тем, что с увеличением содержания поваренной соли гидростатическое давление в субстрате также увеличивается. Максимальное давление в субстрате, без учета атмосферного, при содержании 2 % NaCl составляло 102,525 кПа. С увеличением времени культивирования до 20 ч активная кислотность субстрата снижается в среднем до pH 5, вследствие чего замедляется рост микроорганизмов во всех опытах по сравнению с контролем. В последующем, при спаивании животным, сильное закисление субстрата может негативно сказаться на их физиологическом состоянии (ацидоз). Для устранения данного эффекта необходимо выравнивать кислотность добавки с помощью буферных растворов или уменьшать время культивирования.

Заключение

Выявлено, что внесение NaCl в соево-кукурузный субстрат положительно влияет на развитие *Bacillus subtilis*. Максимальный эффект наблюдался при внесении в субстрат 2 % поваренной соли. В течение 4 ч культивирования наблюдался резкий скачок численности клеток, в дальнейшем (до 20 ч) начинается замедление процесса, вызванное закислением субстрата. Эти данные следует учесть при разработке технологии получения пробиотической добавки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бенкен И.И., Томилина Т.Б. Антипитательные вещества белковой природы в семенах сои // Науч.-техн. бюл. ВИР. 1985. Вып. 149. С. 3–10.
2. Класнер Г.Г., Горб С.С. Соевое молоко в рационе кормления сельскохозяйственных животных // Новая наука: проблемы и перспективы. 2016. № 79 (5-2). С. 110–112.
3. Кошаев А.Г., Калужный С.А., Мигина Е.И. и др. Технологические аспекты производства и результаты применения кормовой добавки на основе ассоциативной микрофлоры в птицеводстве // Науч. журн. КубГАУ. 2014. № 96 (02). – <http://ej.kubagro.ru/2014/02/pdf/> (дата обращения: 05.04.2019 г.).

4. Победнов Ю.А., Мамаев А.А. Эффективность применения бактерий вида *Bacillus subtilis* при силосовании и сенажировании трав // Вет. патология. 2005. № 1. С. 90–96.
5. Потєбня Г.П., Танасиєнко О.А., Черемшенко Н.Л. и др. Закономерности биосинтеза цитотоксических лектинов культурой *Bacillus subtilis* В-7025 при выращивании на разных питательных средах // Украин. химиотерапевт. журн. 2002. № 1. С. 54–57.
6. Прунтова О.В., Сахно О.Н. Лабораторный практикум по общей микробиологии. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2005. 76 с.
7. Смолянинов Ю.И., Сутулов Е.М., Белый Д.С. Влияние экспериментальной пробиотической кормовой добавки на молочную продуктивность коров // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 11. С. 40–44.

П.П. ОХЛОПКОВА, Н.С. ЯКОВЛЕВА, С.П. ЕФРЕМОВА

Оценка гибридов картофеля в конкурсном испытании (Якутия, 2017–2018 гг.)

Представлены результаты испытания 10 перспективных гибридов в питомниках конкурсного испытания в условиях Центральной Якутии, проведенного в 2017–2018 гг. Все они относятся к группе раннеспелых (55–70 дней): 216 (Дачный × 128-6), 239-1, 239-2, 239-3 (Ладозжский × Розалинд), 233, 233-2 (Славянка × Розалинд), 237, 237-1 (Северный × Дубрава), 232 (Аврора × Бонус), 234 (Алый парус × Виктория).

Оценка показала, что изучаемые гибриды по хозяйственно ценным признакам соответствуют модели сорта: имеют хорошие биохимические показатели, внешний вид клубней отвечает требованиям потребителей (мелкие поверхностные глазки, среднеглубокий столонный след). Исследуемые образцы гибридов имели товарность 92–97 %, что делает их хозяйственно ценными. Образцы различались по содержанию сухого вещества (18,4–22,1 %) и крахмала (9,5–13,4 %). Содержание нитратов в клубнях не превышало допустимую концентрацию.

Изучаемые образцы устойчивы к наиболее распространенным болезням: вирусным, макроспориозу, ризоктониозу, парше обыкновенной.

По результатам проведенных исследований отобраны гибриды картофеля 232 (Аврора × Бонус), 233 (Славянка × Розалинд) для дальнейшей проработки.

Ключевые слова: картофель, сорт, гибриды, питомник, селекция, качество, крахмал, урожай.

Assessment of potato hybrids in competition test (Yakutia, 2017–2018). P.P. OKHLOPKOVA, N.S. YAKOVLEVA, S.P. EFREMOVA (Yakut Scientific Research Institute of Agriculture named after M.G. Safronov, Yakutsk).

The article presents the results of testing of 10 promising hybrids in nurseries of competitive testing in the conditions of Central Yakutia for 2017–2018. All studied hybrids belong to the group of early maturing (55–70 days): 216 (Dachnyy × 128-6), 239-1, 239-2, 239-3 (Ladozhsky x Rozalind), 233, 233-2 (Slavyanka × Rozalind), 237, 237-1 (Severnyy × Dubrava), 232 (Aurora × Bonus), 234 (Alyy parus × Victoria).

Evaluation of hybrids showed that the studied hybrids, according to economically valuable traits, correspond to the model of the variety: they have good biochemical indicators, and in appearance of the tubers correspond to the requirements of consumers (small surface eyes, a mid-depth stolon trace). The investigated samples of hybrids had a marketability of 92–97 %, which makes them economically valuable.

The samples differed in the content of dry matter (18.4–22.1 %) and starch (9.5–13.4 %). The content of nitrates in tubers did not exceed the permissible concentration.

In terms of resistance to the most common diseases in local conditions, it has been established that the samples under study have field resistance to viral diseases, macrosporiosis, rhizoctoniosis, and common scab.

According to the results of the research, hybrids of potatoes 232 (Aurora × Bonus), 233 (Slavyanka × Rozalind) were selected for further study.

Key words: potato, variety, hybrids, nursery, selection, quality, starch, harvest.

*ОХЛОПКОВА Полина Петровна – доктор сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией, ЯКОВЛЕВА Нарыйа Семеновна – научный сотрудник, ЕФРЕМОВА Саргылана Петровна – старший научный сотрудник (Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск).

*E-mail: okhlopkova.49@mail.ru

В Якутии картофель является одной из важнейших продовольственных культур, его посадки занимают около 8,5 тыс. га. Основными лимитирующими факторами при возделывании картофеля в местных условиях являются короткий вегетационный период, жара (до 37 °С) и недостаток осадков, особенно в период бутонизации и столонообразования (июль). В связи с этим важнейшее условие рентабельности картофелеводства – наличие сортов адаптивного типа.

Для возделывания в местных условиях сорта должны обладать раннеспелостью, устойчивостью к засухе, перепадам суточных температур и наиболее вредоносным в местных условиях болезням, хорошей лежкостью при хранении. Также необходимо применять агротехнические приемы, максимально сокращающие период вегетации и способствующие созреванию урожая за короткий период [2, 6–9].

Целью работы является отбор перспективных гибридов для последующего создания сортов картофеля.

Условия, материалы и методика исследований

Место проведения работ. Исследования проводили в 2017–2018 гг. на опытном поле стационара «Бэлэнтэй» Якутского НИИ сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова.

Верхние горизонты почвы имели слабощелочную реакцию (примерно pH 7,8); в пахотном слое 2,4–3,0 % гумуса. В почве обнаружены аммиачный азот (следовые количества) и нитратный – в пределах 1,0–4,0 мг/100 г почвы, что говорит о низкой обеспеченности легкодоступным азотом. Содержание валового фосфора составляет 0,12–0,16 %, при этом сравнительно высока обеспеченность его легкодоступными формами – 17,4–23,8 мг/100 г почвы. Обеспеченность калием (валового – 1,8–2,1 %, обменного – 26,2–33,2 мг/100 г почвы) достаточно высока.

За период вегетации в опыте было проведено 3 полива – 250–300 м³/га. Уход за посадками состоял в культивации по всходам и глубоком окучивании.

Метеорологические условия. Весна 2017 г. была необычно холодная, продолжительная: снег с полей сошел в начале третьей декады апреля, потепление наступило только 27–28 мая. В мае, за исключением 8 дней с небольшими морозящими осадками, дождей почти не было, ночи стояли прохладные. Ледоход у г. Покровск прошел в обычные сроки – 17 мая. При таких погодных условиях рост растений был замедлен. В июле, августе отмечены дождливая погода, холодные ночи, а сентябрь был необычно теплым и сухим.

Вегетационный период 2018 г. характеризовался ранней теплой весной, жарким летним периодом с неравномерным распределением осадков и теплой продолжительной осенью с малым количеством осадков. Май был теплее обычного, с обильными дождями (173 % осадков от многолетней нормы), последние заморозки (-5,4 °С) отмечены во второй декаде месяца. Июнь – жаркий, сухой, с крайне неравномерным выпадением осадков; среднедекадная температура 15,2 °С (среднемноголетнее значение 11,9 °С). Дожди начались со второй декады июня, что благоприятно повлияло на рост и развитие растений. В первой декаде июля стояла жаркая сухая погода, максимальная температура воздуха достигала 34,6 °С. Во второй декаде отмечены резкие колебания дневных и ночных температур, дневная температура достигала 28,9 °С, ночная – 2,8 °С. В августе, в период формирования урожая и дозревания семян сельскохозяйственных культур, стояла теплая дождливая погода с суммой осадков, превышающей среднемноголетние на 59 %.

Агротехника на опытном участке – общепринятая по республике. Учеты и наблюдения проводили согласно [3–5]. Полученные данные подвергли математической обработке с использованием методики полевого опыта Б.А. Доспехова [1], программ SNEDECOR, Microsoft Excel.

Результаты исследований и их обсуждение

Изученные гибриды получены методом межсортовой гибридизации. Родительскими формами служили сорта картофеля Дачный, Ладожский, Розалинд, Славянка, Северный, Дубрава, Аврора, Бонус, Алый парус, Виктория. Все сорта относятся к группам ранне- и среднераннеспелых. Они обладают потенциальной урожайностью до 40–50 т/га, товарностью до 90–96 %, высокими биохимическими и вкусовыми показателями. Сорта Славянка, Ладожский устойчивы к картофельной нематодe. Многие из них отличаются высокой лежкостью в период зимнего хранения (Ладожский, Розалинд, Виктория, Славянка).

В 2010 г. был заложен питомник одно клубневых (975 шт.) гибридов картофеля в 6 комбинациях. Родительскими формами являлись вышеперечисленные сорта. Из изучаемых гибридов полную схему селекционной проработки прошли 10 номеров в 6 комбинациях: 219 (Дачный х 128-6), 239-1, 239-2, 239-3 (Ладожский х Розалинд), 233, 233-2 (Славянка х Розалинд), 237, 237-1 (Северный х Дубрава), 232 (Аврора х Бонус), 234 (Алый парус х Виктория).

Результаты исследований в конкурсном испытании показали, что неблагоприятные условия 2017 г. отрицательно повлияли на развитие растений картофеля, их столонообразование и, как следствие, продуктивность.

В 2017 г. в конкурсном испытании оценивалось 16 гибридов, из них отобрано 12. Вес ботвы составил от 325 до 650 г. Число сформировавшихся клубней – 5,7–11,7 шт./куст; у стандартных сортов Вармас и Якутянка – 6,7–7,0 шт./куст. Вес клубней изучаемых гибридов конкурсного испытания составил 303–960 г/куст, наиболее высокий результат показали: 232 (Аврора х Бонус) – 960 г/куст, 233 (Славянка х Розалинд) – 950 г/куст, 239 (Ладожский х Розалинд) – 950 г/куст. Прибавка веса клубней по сравнению со стандартами составила 440,0–450,0 г/куст. Урожайность изучаемых гибридов составила 12,2–16,3 т/га, что превышало урожайность стандартных сортов на 0,2–5,3 т/га (сорт Вармас) и 0,9–5,0 т/га (сорт Якутянка). Достоверная прибавка урожая по обоим стандартам составила 1,5–5,0 т/га в 5 комбинациях: Дачный х 128-6, Ладожский х Розалинд, Славянка х Розалинд, Аврора х Бонус, Алый парус х Виктория (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность гибридов картофеля (т/га) в питомнике конкурсного испытания

Селекционный номер	Происхождение	2017 г.			2018 г.		
		Урожайность	к St +/-		Урожайность	к St +/-	
			Вармас	Якутянка		Вармас	Якутянка
216	Дачный х 128-6	14,6	+3,6	+3,3	30,0	-3,5	-4,3
239-1	Ладожский х Розалинд	16,3	+5,3	+5,0	28,6	-4,9	+2,9
233	Славянка х Розалинд	12,6	+1,6	+1,3	34,3	+0,8	+8,6
239-3	Ладожский х Розалинд	15,7	+4,7	+4,4	29,8	-3,7	+4,1
237	Северный х Дубрава	10,8	-0,2	-0,5	22,4	-11,1	-3,3
232	Аврора х Бонус	12,8	+1,8	+1,5	42,8	+9,3	+17,1
233-2	Славянка х Розалинд	12,2	+1,2	+0,9	28,6	-4,9	+2,9
234	Алый парус х Виктория	12,7	+1,7	+1,4	30,7	-2,8	-5,0
239-2	Ладожский х Розалинд	13,2	+2,2	+1,9	26,3	-7,2	+0,6
237-1	Северный х Дубрава	10,6	-0,4	-0,7	22,0	-11,5	-3,7
Контроль, сорта	Вармас	11,0			33,5		
	Якутянка	11,3			25,7		
НСР _{0,5}		1,2			3,2		

В 2018 г. наибольшая масса клубней отмечена у гибридов 239-2 (Ладожский × Розалинд) – 920 г/куст, 232 (Аврора × Бонус) – 1005 г/куст, 233 (Славянка × Розалинд) – 920 г/куст, прибавка веса клубней по сравнению со стандартами составила 200–420 г/куст. Перспективные гибриды формировали достаточно мощную зеленую массу, что свидетельствует об их относительной устойчивости к засухе. Число стеблей на одно растение колеблется в пределах 3–7, а их высота составляет 45–75 см. Число клубней у выделенных гибридов колеблется в пределах 12,5–13,5 шт./куст, что превышает результаты обоих стандартов. Урожай всех гибридов был достаточно высок – 22,0–42,8 т/га, наилучшие показатели зафиксированы у гибридов 232 (Аврора × Бонус) – 42,8 т/га и 233 (Славянка × Розалинд) – 34,3 т/га. В комбинациях 233-2 (Славянка × Розалинд), 239-3 (Ладожский × Розалинд), 232 (Аврора × Бонус) урожайность составила 28,6–42,8 т/га, что достоверно выше, чем у стандартного сорта Якутянка, на 2,9–17,1 т/га (табл. 1). Товарность клубней была на уровне 92–97 %.

Результаты биохимического анализа клубней (табл. 2) показали, что содержание сухого вещества у изучаемых гибридов различается незначительно. У выделяющихся по урожайности гибридов 232, 233 содержание сухого вещества колеблется в пределах 20,6–20,7 %.

Таблица 2

Результаты биохимического анализа клубней гибридов картофеля (в среднем за 2017–2018 гг.)

Селекционные номера	Происхождение	Сухое вещество, %	Крахмал, %	Витамин С, мг/%
216	Дачный × 128-6	21,2	12,4	17,3
239-1	Ладожский × Розалинд	21,1	12,1	18,6
233	Славянка × Розалинд	20,6	12,8	21,7
239-3	Ладожский × Розалинд	19,0	11,5	19,8
237	Северный × Дубрава	19,3	11,8	22,6
232	Аврора × Бонус	20,7	12,8	21,2
233-2	Славянка × Розалинд	19,7	11,5	19,7
234	Алый парус × Виктория	18,6	12,4	16,6
239-2	Ладожский × Розалинд	18,9	11,5	18,3
237-1	Северный × Дубрава	18,8	11,5	16,5
Контроль, сорта	Вармас	19,2	13,6	22,6
	Якутянка	20,1	14,2	23,4

Оценка на пораженность болезнями проводилась в период максимального развития растений. Установлено, что все изучаемые гибриды на 100 % свободны от вирусных и бактериальных заболеваний. Диагностика растений методом ИФА также показала отсутствие скрытой пораженности вирусами.

Из грибных болезней отмечен ризоктониоз в фазе белой ножки. Макроспориоз и альтернариоз не наблюдались в оба года исследований. Бактериозы не отмечены как в период вегетации растений, так и в период хранения клубней.

Заключение

В результате конкурсного испытания 2017–2018 гг. в условиях Якутии как перспективные выделены гибриды 232 (Аврора × Бонус), 233 (Славянка × Розалинд). Они переданы для предварительной проверки на устойчивость к возбудителю рака и нематоды. В дальнейшем эти гибриды будут переданы в производственные питомники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 351 с.
2. Жученко А.А. Проблемы адаптации в селекции, сортоиспытании и семеноводстве сельскохозяйственных культур // Генетические основы селекции сельскохозяйственных растений. М., 1995. С. 3–19.
3. Методика исследования по культуре картофеля. М.: НИИКХ, 1967. 262 с.
4. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля. СПб., 2010. 26 с.
5. Методические указания по технологии селекции картофеля. М.: РАСХН, 1994. 22 с.
6. Охлопкова П.П. Картофель Якутии. Якутск: Изд-во СО РАН, 2004. 184 с.
7. Охлопкова П.П., Яковлева Н.С., Ефремова С.П. Создание и оценка гибридов картофеля в условиях Центральной Якутии // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 42-3. С. 66–69.
8. Охлопкова П.П., Яковлева Н.С., Ефремова С.П. Создание сортов картофеля, пригодных к возделыванию в экстремальных условиях Якутии // Тенденции развития науки и образования. 2018. № 43-6. С. 56–59.
9. Okhlopkova P.P., Yakovleva N.S., Efremova S.P. Selection evaluation of hybrids potato of preliminary testing under the conditions of Yakutia // Emerging Threats for Human Health Impact of Socioeconomic and Climate Change on Zoonotic Diseases: program and abstract book. Якутск: ДК Эрэл, 2018. С. 79.

Н.А. САКАРА, В.Г. КОЛОДКИН, Т.С. ТАРАСОВА, А.Ю. ЖИЛЬЦОВ,
Н.В. КОЛЬЕВ, О.В. НЕСТЕРОВА, В.И. ОЗНОБИХИН

Основные итоги и перспективы исследований в овощеводческом земледелии в условиях муссонного климата Приморья

Представлены главные результаты исследований по обоснованию основных элементов современной системы земледелия в овощеводстве юга Дальнего Востока России (биологизированные севообороты и принципы их размещения в агроландшафте, способы обеспечения положительного баланса гумуса в почве, сортовые технологии и ресурсосберегающие системы оптимизации питания овощных культур). Применение их в сельскохозяйственном производстве и на приусадебных участках обеспечивает устойчивое получение 25–30 т/га товарной продукции овощей и картофеля с высоким качеством. За счет биологической интенсификации земледелия обеспечивается повышение продуктивности пашни на 10–15 % и более. В плане перспективных исследований установлено, что применение биоугля при выращивании капусты белокочанной существенно снижает эмиссию парниковых газов из почвы.

Ключевые слова: обзор, севообороты, системы обработки почвы, сортовые технологии, оптимизация питания, биоуголь, эмиссия парниковых газов.

The main results and perspectives of research in vegetable farming in the conditions of the monsoon climate of Primorye. N.A. SAKARA, V.G. KOLODKIN, T.S. TARASOVA, A.Yu. GILTSOV, N.V. KOLYEV (Primorskaya Vegetable Experimental Station – Branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Federal Scientific Center of Vegetable Breeding”, Primorsky Krai, Surazhevka village), O.V. NESTEROVA (Far Eastern Federal University, Vladivostok), V.I. OZNOBIKHIN.

The main results of researches on substantiation of the basic elements of the modern system of agriculture in vegetable growing of the south of the Far East of Russia are presented (biologised crop rotations and principles of their territorial placing in agrolandscape, ways of providing a positive balance of humus in the soil, varietal technologies and resource-saving systems of optimization of vegetable crop nutrition). Their application in the industrial sector of production and on household plots ensures steady receipt of 25–30 t/ha of marketable products of vegetables and potatoes with high quality. At the expense of biological intensification of agriculture the increase of productivity of arable land on 10–15 % and above is provided. In terms of prospective studies, it has been established that the use of biochar in the cultivation of white cabbage significantly reduces the emission of greenhouse gases from the soil.

Key words: overview, crop rotations, soil treatment systems, varietal technologies, nutrition optimization, biochar, greenhouse gas emission.

*САКАРА Николай Андреевич – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, КОЛОДКИН Вячеслав Геннадьевич – врио директора, ТАРАСОВА Татьяна Сергеевна – младший научный сотрудник, ЖИЛЬЦОВ Алексей Юрьевич – старший научный сотрудник, КОЛЬЕВ Николай Васильевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник (Приморская овощная опытная станция – филиал Федерального научного центра овощеводства, Приморский край, с. Суражевка), НЕСТЕРОВА Ольга Владимировна – кандидат биологических наук, заведующая кафедрой почвоведения (Дальневосточный федеральный университет, Владивосток), ОЗНОБИХИН Владимир Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, научный консультант по вопросам почвоведения и земледелия. *E-mail: nsakara@inbox.ru

В 80-х годах прошлого столетия урожайность овощных культур в Приморском крае при плане 15–18 т/га оставалась на низком уровне (10,3–10,8 т/га) несмотря на заметное улучшение основных показателей плодородия почв в овощеводческих хозяйствах за счет их интенсивной химизации и мелиорации [23, 24]. Прежде всего это было связано с низкой эффективностью использования мелиорированных земель из-за отсутствия научно обоснованных рекомендаций по рациональным севооборотам и их размещению в пространстве, обработке почвы, оптимальному применению удобрений и защите растений от болезней и сорной растительности [7, 17]. 90-е годы, когда внесение минеральных и органических удобрений резко снизилось соответственно со 114 до 10 кг д.в./га и с 3,4 до 0,21 т/га, еще сильнее усугубили состояние овощеводства в Приморье [25].

Вышесказанное подчеркивает актуальность исследований ученых Приморской овощной опытной станции (ООС), которые начиная с 1991 г. и по настоящее время отработали, используют и предлагают производству целый комплекс разработок для повышения эффективности овощеводства Приморского края, позволяющих решить основные вопросы земледелия, обработки почвы, агрохимии и применения удобрений в условиях нового хозяйствования на земле и мировых экологических требований в системе почва – растение – человек [11].

На основе анализа отечественных и зарубежных источников литературы в 1991–1994 гг. были сформулированы теоретические основы составления современных овощных севооборотов для биологической интенсификации овощеводческого земледелия [22]. С учетом этих исследований в 1995–2000 гг. были получены следующие положительные результаты, ставшие основой для последующих разработок:

научно обоснован целый ряд лучших севооборотов для возделывания основных овощных культур и картофеля, где сидеральный пар (овес + повторно соя на зеленое удобрение) и бобово-злаковые травы являются экологическим каркасом, составляя в структуре севооборотов соответственно 20–25 и 50 % при общем числе полей от 4 до 8 и их размерах от 1 до 8 га [20, 21];

установлено, что положительный баланс гумуса в почве с различной интенсивностью достигается при насыщении севооборота овощными культурами не более 50–75 % и использовании в зависимости от исходного плодородия почвы одной из трех систем удобрения: биолого-минеральных (сидеральный пар один раз за ротацию севооборота + ежегодное внесение $N_{60-90} P_{60-90} K_{120-150}$; многолетние бобово-злаковые травы 2–4-х лет пользования + ежегодно $N_{30-60} P_{60-90} K_{120-150}$) и органо-биолого-минеральной (сидеральный пар + компост 80–100 т/га один раз за ротацию севооборота + ежегодно $N_{60-90} P_{60-90} K_{120-150}$) [20];

экспериментально доказана возможность применения ресурсосберегающих систем основной и предпосевной обработки почвы под морковь, столовую свеклу, капусту белокочанную, обеспечивающих уменьшение энергозатрат на 16,5–61,1 % без существенного снижения урожайности этих культур [15, 19].

Начиная с 2001 г. исследования Приморской ООС были посвящены экспериментам по увеличению продуктивности овощных севооборотов со 185 до 200 т/га за ротацию через оптимизацию состава и чередования овощных культур, их допустимой доли в звеньях овощных севооборотов [14], используя в том числе прогрессивный метод посева «всех культур по всем» [6]. Имеется в виду, что в первый год на каждом из двух земельных участков были последовательно посеяны овес и соя на зеленое удобрение. На второй год, после сидерального пара, в продольном направлении выращивали капусту, морковь, столовую свеклу, тыкву столовую и картофель. На третий год по каждой культуре в поперечном направлении выращивали снова капусту, морковь, столовую свеклу, тыкву столовую и картофель. На четвертый год по этим культурам так же в продольном направлении в качестве завершающих культур высаживали капусту, столовую свеклу и картофель. Такое ежегодное наложение дало возможность изучить 25 овощекартофельных севооборотов с разной насыщенностью (от 25 до 75 %) их овощными растениями и картофелем [14].

Полученный в 2001–2005 гг. уточненный материал о роли культур-предшественников в условиях Приморья позволил установить следующее. При размещении моркови и столовой свеклы после лучших предшественников (тыква столовая и капуста) их урожай достоверно повышался на 28,8–39,8 %. Двойной овсяно-соевый сидеральный пар рекомендовал себя как эффективный и универсальный предшественник. Томат оказался посредственным, а в ряде случаев отрицательным предшественником для большинства изучаемых культур [14, 12]. Нужно помнить, что в севообороте правильный выбор предшественника определяется влиянием на урожай не только культуры, непосредственно его сменяющей, но и последующих [6].

Было установлено, что рациональные схемы чередования культур при одном и том же соотношении их в севооборотах позволяют увеличить продуктивность до 15,9–62,0 % [14].

В севооборотах с многолетними (3–4 года) травами капусту белокочанную и баклажаны предпочтительнее размещать по обороту пласта, а тыкву столовую и томат – по пласту трав [14]. За счет этого урожайность капусты повышается до 14 %, томатов – на 32, баклажанов – на 69, тыквы столовой – на 26–38 %.

Внедрение этих и других результатов исследований обеспечивало в опытно-производственных севооборотах, размещенных в прибрежной, западной и центральной агроклиматических зонах Приморского края, увеличение товарной продукции за ротацию севооборота на 39,9 %.

Кроме того, было доказано, что для обеспечения устойчивого выхода овощной продукции в различные по погодным условиям годы возделываемые культуры оптимально размещать не в одном севообороте, а одновременно как минимум в двух – на различных элементах рельефа [17, 18]. За счет этого потери урожая в неблагоприятные годы сокращаются почти наполовину.

По мере внедрения в овощеводство Приморского края этих нововведений возникла необходимость переоценки принятых ранее систем удобрения овощных культур с учетом современных агроэкологических и экономических требований, что и было осуществлено нами [8].

Так, производству была рекомендована как одна из наиболее перспективных и доступных для практического применения биолого-минеральная система удобрения, обеспечивающая повышение товарной продуктивности севооборота до 19,4 % при положительных балансах гумуса, макро- и микроэлементов в почве. Эта биологизированная система удобрения широко используется в частном секторе и промышленном овощеводстве Приморского края, обеспечивая увеличение урожайности до 15–20 %, сохранение и повышение плодородия почв, получение экологически чистых овощей и картофеля [8].

Исходя из того что в настоящее время становится все актуальнее потребность в ресурсосберегающем и экологически оправданном подходе к применению удобрений [2], нами экспериментально обоснованы ресурсосберегающие системы оптимизации питания для таких культур, как лук репчатый, морковь столовая и др.

При возделывании по сидерату лука репчатого сорта Дмитрич селекции Приморской овощной опытной станции на окультуренной остаточно-пойменной почве для получения урожая лука-репки до 25–30 т/га можно в ряде случаев обойтись без внесения минеральных удобрений под эту культуру (обычно рекомендуется $N_{60}P_{60}K_{60}$) [4].

Для достижения наиболее высокой рентабельности выращивания моркови столовой на лугово-бурых почвах южного Приморья с оптимальными параметрами плодородия можно ограничиться внесением $N_{60}P_{30}K_{90}$ вместо $N_{90-120}P_{60-90}K_{120-150}$ и проведением одной, вместо двух-трех, внекорневой подкормки Акварином 6 в фазу пучковой зрелости [16].

После серии опытов в 2014–2017 гг. по изучению эффективности хлористого калия на окультуренных овощных агроземах Приморья, учтя результаты исследований дальневосточных ученых А.Т. Грицуна [3], В.П. Басистого [1], Э.П. Синельникова, Ю.И. Слабко [25], А.М. Ивлева, В.И. Дербенцевой, В.И. Голова и В.Г. Трегубовой [5], мы определили

оптимальные дозы калийных удобрений, обеспечивающие значительное повышение урожайности и качества основных овощных культур, для лугово-бурой и остаточно-пойменной почв в овощных севооборотах с сидеральным паром при повышенном и высоком содержании обменного калия [9]. Наиболее значительный эффект получен у моркови от внесения K_{90} (5,4 т/га, или 15,5 %), у столовой свеклы – K_{150} (9,4 т/га, или 24,4 %), у капусты белокочанной – K_{150} (7,8 т/га, или 23,2 %) и у лука репчатого – K_{90} (4,2 т/га, или 19,8 %). Применение калия в дозах от 60 до 150 кг/га вместо K_{180} и K_{210} на окультуренных почвах в прибрежной и западной агроклиматической зонах Приморского края заметно улучшило основные показатели качества овощной продукции: в зависимости от культуры стандартность урожая увеличилась на 3,6–13,8 %, содержание сухого вещества – на 0,9–2,0, сахаристость – на 0,6–2,1 %, содержание витамина С – на 1,4–3,5 мг%, концентрация нитратов снизилась на 19–1623 мг/кг.

Представленные выше научные разработки Приморской овощной опытной станции обеспечивают в различных производственных условиях Приморья:

- 1) близкий к положительным значениям баланс гумуса в овощных севооборотах ($\pm 0,01$ %);
- 2) среднюю и высокую степень обеспеченности почвы подвижными азотом и фосфором, а также обменным калием;
- 3) содержание подвижных тяжелых металлов и радионуклидов стронций-90 и цезий-137 в почве и продукции в пределах ПДК и ниже;
- 4) устойчивое получение 25–30 т/га товарной продукции высокого качества с повышением продуктивности пашни на 10–15 % и более.

С 2000 г. Приморская ООС на основе многофакторного полевого опыта создает технологии для конкретных перспективных сортов и гибридов овощных культур, а с 2007 г. – и картофеля [10, 13]. Разработаны основные элементы технологий, учитывающих особенности возделывания перспективных сортов моркови, столовой свеклы, капусты белокочанной и картофеля, которые обеспечивают повышение их урожайности на 10–30 % и снижение затрат на 20 % и более.

Хотелось бы отметить как перспективные работы станции совместно с ДВФУ по оценке влияния различных доз биоугля на физические и химические свойства лугово-бурой почвы, эмиссию парниковых газов, рост и развитие капусты белокочанной. В многофакторном опыте станции установлено, что биоуголь в дозах 1 и 3 кг/м² можно считать эффективным и экологичным мелиорантом.

Приморская овощная станция в составе ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» в содружестве с кафедрой почвоведения Дальневосточного федерального университета продолжает научную работу в формате комплексного плана научных исследований по актуальному направлению «Исследования и разработки технологий биологизации земледелия».

ЛИТЕРАТУРА

1. Басистый В.П. Основы почвоведения. Почвы Российского Дальнего Востока: учеб. пособие. Хабаровск: Изд-во ТОГУ, 2008. 171 с.
2. Борисов В.А. Особенности питания овощных культур и приемы получения экологически безопасной продукции // Картофель и овощи. 2009. № 8. С. 12–13.
3. Грипун А.Т. Применение удобрений в Приморском крае. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1964. 439 с.
4. Жильцов А.Ю., Сакара Н.А. Система удобрения лука репчатого на остаточно-пойменной почве в Приморском крае // Современное состояние и перспективы развития овощеводства и картофеля на юге Дальнего Востока: материалы науч.-практ. конф. Артем, 2008. С. 162–171.
5. Ивлев А.М., Дербенцева В.И., Голов В.И., Трегубова В.Г. Агрохимия почв юга Дальнего Востока. М.: Круглый год, 2001. 104 с.
6. Литвинов С.С. Научные основы современного овощеводства. М.: Россельхозакадемия, 2008. 776 с.
7. Сакара Н.А. Вклад ученых станции в развитие основных вопросов земледелия в овощеводстве региона // Картофель и овощи. 2008. № 5. С. 5–6.

8. Сакара Н.А. Влияние видов пара и систем удобрения на плодородие лугово-бурой почвы в овощном севообороте в прибрежной зоне Приморского края // Вестн. ДВО РАН. 2017. № 3. С. 38–43.
9. Сакара Н.А., Колодкин В.Г., Тарасова Т.С., Ознобихин В.И., Кольев Н.В. Влияние хлористого калия на урожай и качество продукции в овощных севооборотах на окультуренных почвах юга Приморья // Вестн. ДВО РАН. 2018. № 3. С. 27–34.
10. Сакара Н.А., Жильцов А.Ю. Дифференцированно подходить к выбору технологии возделывания сортов // Картофель и овощи. 2010. № 5. С. 8–9.
11. Сакара Н.А. Итоги многолетней работы Приморской овощной опытной станции по усовершенствованию основных элементов системы земледелия нового поколения в овощеводстве на юге Дальнего Востока // Селекция, семеноводство и сортовые агротехники овощных, бахчевых и цветочных культур: по материалам междунар. науч.-практ. конф., посвященной 7-м Квасниковским чтениям. М.: ВНИИО, 2016. С. 272–278.
12. Сакара Н.А. Лучшие предшественники картофеля в овощных севооборотах с сидеральным паром // Картофель и овощи. 2010. № 3. С. 17–19.
13. Сакара Н.А. Многофакторный полевой опыт как основа повышения эффективности научно-исследовательской работы (на примере ФГБНУ «Приморская ООС ВНИИО») // Дальневост. аграр. вестн. 2015. Вып. 3 (35). С. 50–55.
14. Сакара Н.А. Научные подходы при построении севооборотов в овощных системах земледелия Приморского края в XXI веке // Польза в чистом виде. Владивосток: Валентин, 2012. С. 43–51.
15. Сакара Н.А. Обоснование рациональных систем предпосевной обработки почвы под корнеплодные культуры на основе Дальнего Востока // Роль аграрной науки в обеспечении продовольственной безопасности Дальневосточного региона (к 40-летию Приморского НИИСХ). Владивосток: Дальнаука, 2016. С. 49–65.
16. Сакара Н.А. Оптимизация питания моркови на Дальнем Востоке // Картофель и овощи. 2015. № 10. С. 20–24.
17. Сакара Н.А. Особенности адаптивно-ландшафтного подхода в овощеводстве Приморского края // Картофель и овощи. 2006. № 6. С. 15–17.
18. Сакара Н.А., Жильцов А.Ю. Повышение продуктивности овощных севооборотов в Приморском крае // Сб. науч. тр. по овощеводству и бахчеводству. Т. 2. Технология и земледелие. М.: ВНИИО, 2006. С. 477–480.
19. Сакара Н.А., Иванов И.Н., Смородников И.И., Жильцов А.Ю. Ресурсосберегающие системы предпосадочной обработки лугово-бурой почвы при возделывании белокочанной капусты в Приморском крае // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Дальнего Востока: сб. науч. тр. / Россельхозакадемия, ДВНМЦ, Примор. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 250–255.
20. Сакара Н.А. Севообороты. Оценка сельскохозяйственных культур и сидерального пара как предшественников овощных культур // Система ведения агропромышленного производства Приморского края. Новосибирск, 2001. С. 142–147.
21. Сакара Н.А., Жильцов А.Ю. Севообороты в адаптивно-ландшафтных системах земледелия на Дальнем Востоке // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Дальнего Востока: сб. науч. тр. / Россельхозакадемия, ДВНМЦ, Примор. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 142–149.
22. Сакара Н.А., Иванов И.Н. Современные подходы при построении и оценке овощных севооборотов в Приморском крае // Генезис и биология почв юга Дальнего Востока: к 70-летию со дня рождения Г.И. Иванова. Владивосток: ДВО РАН, 1994. С. 349–355.
23. Семенова А.М., Укладова В.А. Овощные культуры // Система ведения сельского хозяйства в Приморском крае / Прим. НИИСХ. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1981. С. 145–164.
24. Семенова А.М. Технология возделывания овощных культур // Технологии возделывания основных сельскохозяйственных культур в Приморском крае: рекомендации. Владивосток, 1986. С. 154–190.
25. Синельников Э.П., Слабко Ю.И. Агрогенезис почв Приморья. М.: Всерос. НИИ агрохимии, 2005. 280 с.

И.В. АНУФРИЕВА

Гидропоника как перспективный способ культивирования и ускорения процесса создания сортов сои

Приведена обобщенная информация литературных данных о методиках и методах выращивания растений на гидропонике. Освещены возможности изучения возделывания сои как гидропонной культуры.

Ключевые слова: соя, гидропоника, селекция, метод выращивания, технология.

Hydroponics as a promising way of cultivating and speeding up the process of creating soybean varieties.
I.V. ANUFRIEVA (All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk).

The article provides the summarized information of the literary data on techniques and methods of growing plants in hydroponics and possibilities of studying the cultivation of soybean as a hydroponic culture.

Key words: soybean, hydroponics, selection, growing method, technology.

Развитие селекции и агротехнологии за последние годы показывает тенденцию роста урожайности и повышения качества зерна сои. Эти показатели в равной степени обеспечиваются как созданием высокопродуктивных сортов, так и использованием современных агротехнических приемов. Благодаря совершенствованию методов селекции существенно сократился период выведения новых сортов сои, возрос генетический потенциал их продуктивности [11]. В климатических условиях Дальневосточного региона период вегетации сои ограничен, и здесь на помощь может прийти гидропоника.

Гидропоника – это метод выращивания растений без почвы, на питательных растворах, содержащих полный набор необходимых для роста и развития веществ в необходимой концентрации и доступной растению форме [3]. Одними из основоположников этого метода являются В.А.Чесноков с соавторами, разработавшие универсальный раствор для гидропоники (раствор Чеснокова и Базириной). Ими описаны особенности ухода за растениями, выращиваемыми без почвы, а также предложены методы контроля питательного раствора [18]. Основным преимуществом гидропоники является возможность выращивания растений круглогодично, что в свою очередь предоставляет неограниченные возможности для селекционеров.

Гидропоника включает несколько направлений:

1. Малообъемная гидропоника, суть которой заключается в выращивании растений на малых объемах субстрата с использованием капельного полива, питательного раствора, высокой шпалеры и системы искусственного досвечивания. В качестве субстрата применяют торфяные, кокосовые и минераловатные блоки. Способ используют в основном при выращивании огурцов, томатов, перцев, баклажанов.

АНУФРИЕВА Ирина Владимировна – младший научный сотрудник (Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Благовещенск). E-mail: anufrieva-75@inbox.ru

Эта технология позволяет получать более высокий урожай томатов. Если на грунте урожайность томата составляет в хороших хозяйствах около 30 кг/м², то при выращивании на минеральной вате она достигает 45 и даже 50–55 кг/м² [7].

Есть опыт выращивания огурцов сорта Рапидес F1 по малообъемной технологии на светокультуре в осенне-зимнем обороте, в результате получена урожайность 32,8 кг/м². Повышение данного показателя в первую очередь связано с соблюдением оптимальных режимов питания растений, микроклимата, отсутствием вредителей и болезней в теплицах [10].

2. Проточная гидропоника, которая представляет собой конвейерное выращивание листовых овощей на горизонтальных желобах с постоянно циркулирующим раствором. По такой технологии выращивают салатные и зеленные культуры.

Так, при выращивании листового салата в открытом грунте период сбора готовой продукции в зависимости от сорта наступает через 30–40 дней от появления всходов [15]. Выращивание на проточной гидропонике позволяет ускорить выход готовой продукции. Таким образом, товарная зрелость листовых сортов салата наступает через 25–35 сут от появления всходов при образовании розетки из 7–8 листьев, кочанных сортов – через 30–40 сут [4].

3. Выращивание рассады и листовых овощей методом подтопления (рассадные линии). Технология представляет собой разновидность проточной гидропонике, но без проточного способа подачи воды [8]. Растения выращиваются в малом объеме субстрата, необходимым для удержания корневой системы в начальный период роста.

Питание растений осуществляется путем подачи раствора в зону роста корневой системы методом подтопления. Режим подачи и концентрация питательного раствора меняются в зависимости от условий и фазы развития растений [17]. Методом подтопления выращиваются салатные, зеленные, цветочные культуры, рассада овощных культур и декоративных растений.

В защищенном грунте повысить эффективность производства овощей можно с помощью модульных технологий вертикального овощеводства. Установка представлена пятью ярусами, конструкция выполнена в виде пирамиды, оборудована желобами, куда помещаются растения, а также системами подачи раствора и освещения [1]. Использование современных методов селекции помогло создать гибриды томата для многоярусной узкостеллажной гидропонной установки, отличающиеся низким ростом, скороспелостью и высокой урожайностью [14].

Основное преимущество гидропонного метода выращивания по сравнению с почвенной культурой – возможность контроля качества и количества элементов, попадающих в зону роста корневой системы. Это позволяет оптимизировать расход воды и удобрений. Кроме того, при гидропонном методе улучшается контроль за ростом растений, так как, изменяя режим питания и полива в определенные фазы роста, можно контролировать их развитие [19].

При соблюдении рекомендованных норм питательных растворов продукция, выращенная на гидропонике, отличается низким уровнем накопления нитратов. Кроме того, это дает возможность проводить визуальный анализ корневой системы растений без предварительной промывки, что в свою очередь сокращает время проведения лабораторного анализа [7]. Благодаря системе электродосвечивания можно контролировать интенсивность освещенности растений и длину светового дня.

Замкнутость помещения для выращивания культур позволяет регулировать микроклимат, задавать температурный и влажностный режимы, необходимые для различных фаз развития растений. Соблюдение оптимальных условий ускоряет прорастание и всхожесть семян и как следствие сокращает вегетационный период развития растений. Это позволяет вырастить два урожая сои за год, что невозможно в полевых условиях Дальневосточного региона. Таким образом, применение гидропонике ускоряет процесс отбора лучших по хозяйственно ценным признакам растений и выведение новых сортов путем вовлечения лучших из них в селекционный процесс.

При выращивании в защищенном грунте сорта и гибриды должны быть устойчивыми к заболеваниям и стрессовым ситуациям, высокопродуктивными, экологически чистыми, иметь отличные вкусовые качества и внешний вид [9].

В настоящее время есть данные по выращиванию на гидропонике одуванчика Кок-сагыз. Он дает высокий урожай корней с наибольшим содержанием каучука. Использование гидропонике позволяет за один год наработать биомассу, в 6 раз большую, чем при выращивании традиционными методами [8]. Так, при выращивании на гидропонике растений репы листовой как салатной культуры их масса достигала 88–182 г за 26 сут, масса растений салата – за 32 сут. Следует отметить также, что салатная продукция, выращенная на проточной гидропонике, отличается очень низким накоплением нитратов благодаря контролю за питанием растений [16].

Гидропонный метод выращивания применяется и в оригинальном семеноводстве для получения мини-клубней картофеля как исходного материала, это обусловлено более стерильными условиями, чем в природном биоценозе. Метод предусматривает использование бессубстратного способа выращивания культуры с периодическим погружением корневой системы в питательную среду [5].

Имеются сведения о выращивании проростков из семейства бобовых – люцерны, клевера, гороха и маша. Есть опыт выращивания на гидропонике фасоли с получением растений с высоким содержанием витамина С, фолиевой кислоты, каротина и эфирных масел [6]. Австралийские ученые разработали новую технологию селекции культур пшеницы при выращивании в теплице с использованием светодиодных ламп, в результате им удалось получить до шести поколений в год пшеницы, а также ячменя, нута и гороха [9].

Наряду с традиционным выращиванием сои на зерно есть опыт ее выращивания как овощной культуры. В этом случае важно ограниченное применение агрохимии и пестицидов, поскольку овощная соя употребляется в свежем виде [2]. В Японии, Корее и Китае пользуется спросом соя Эдамам. Это овощное растение представляет собой полностью сформированные зеленые бобы, в которых содержатся омега-3 жирные кислоты, витамины группы В, в том числе фолиевая кислота, а также полезная клетчатка [19]. При выращивании сои овощной практикуются выгонка и полувыводка рассады. Технически овощная соя готова к уборке, когда содержание влаги в бобах составляет 65–70 %. В это время бобы еще свежие и зеленые, а листья только начинают желтеть. Овощная соя отличается большим размером семян – свыше 30 г/100 шт. Как известно, необходимым условием для получения высокого урожая является качество семян. На этот показатель существенное влияние оказывают условия произрастания сои и такие факторы, как болезни, насекомые-вредители, климатические условия и плодородие грунта [13]. Условия защищенного грунта ограничивают появление болезней и вредителей сои, распространенных в открытом грунте, а также способствуют созданию климатических и агрохимических условий, благоприятных для развития культуры. Метод гидропонного выращивания дает возможность вырастить здоровые растения, без повреждения листового аппарата, что в свою очередь благоприятно сказывается на общем развитии растения и на азотфиксирующей способности культуры [13]. Согласно проведенным исследованиям процесс формирования клубеньков зависит от температуры и влажности почвы, а также от обеспеченности растения элементами питания, что контролировать в открытом грунте достаточно сложно [12]. При использовании гидропонике можно задавать различные параметры выращивания культур. Так, итальянские ученые пришли к выводу, что применение гидропонного культивирования по сравнению с традиционным методом выращивания способствует более эффективному накоплению в семенах сои жира и белка (от 17,37 до 21,94 г/100 г сухого вещества), что положительно сказывается на их сортовых качествах [21].

Таким образом, выращивание сои на гидропонике – перспективный способ, который поможет в полной мере раскрыть генетический потенциал культуры, создать новые

скороспелые сорта с коротким периодом вегетации и высокой продуктивностью, разработать технологию выращивания овощной сои в защищенном грунте [20].

Анализ выращивания растений на гидропонике позволяет рассматривать этот метод как эффективный. При его применении благодаря сбалансированному питанию, системе микроклимата, освещению, отсутствию насекомых-вредителей и болезней, поражающих растения в открытом грунте, в значительной степени ускоряется рост растений, а также процесс отбора лучших из них по хозяйственно ценным признакам. В связи с этим нами начата работа по освоению методов и условий выращивания сои на гидропонных установках и доведению растений до технической спелости с целью получения семян, а также овощной сои для использования в питании населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Балашова И.Т., Сирота С.М., Козарь Е.Г., Пинчук Е.В. Технологии будущего в овощеводстве защищенного грунта: многоярусная узкостеллажная гидропоника // Вестн. Орлов. гос. аграр. ун-та. 2017. № 3 (66). С. 71–74.
2. Выращивание овощной сои. – <https://www.agrodialog.com.ua/vozdeleyvanie-ovoshhnoj-soi.html> (дата обращения: 07.04.2019).
3. Гречушкина К.С. Гидропоника как способ выращивания экологически безопасных овощей // Материалы 69-й науч.-практ. конф. студентов и аспирантов: сб. науч. статей: в 2 ч. (21–23 марта 2017 г.). Мичуринск, 2017. С. 109–111.
4. Земскова Ю.К., Лаперье Э.А., Александров А.А. Особенности гидропонной технологии в получении продукции салата / Саратовский государственный аграрный ун-т им. Н.А. Вавилова. – <http://agroconf.sgau.ru/wp-content/uploads/2017/07/14> (дата обращения: 06.04.2019).
5. Зернов В.Н., Пономарёв А.Г. Воспроизводство мини-клубней в оригинальном семеноводстве картофеля, технологические приемы возделывания и их эффективность // Агротехника и энергообеспечение. 2018. № 4 (21). С. 57–64.
6. Князева А.А., Юрина А.В. Морфобиологические особенности овощной фасоли и возможность возделывания ее в целях выгонки на зелень // Молодежь и наука. 2016. № 6. С. 18.
7. Костылёв Д.А. Выращивание томата способом малообъемной гидропонной технологии на минеральной вате (продолжение). – http://ovoport.ru/ovosh/tomat/zas_grunt2_1.htm (дата обращения: 02.04.2019).
8. Кулуев Б.Р., Бережнёва З.А., Чемерис А.В. Гидропонное и аэропонное выращивание одуванчика *Taraxacum kok-saghyz rodin* // Биомика. 2017. Т. 9, № 2. С. 96–100.
9. Новая технология втрое ускорит селекцию сельскохозяйственных культур. – <https://aggeek.net/ru-blog/novaya-tehnologiya-vtroe-uskorit-selektsiyu-selskohozyajstvennyh-kultur> (дата обращения: 24.04.2019).
10. Седых Т.В., Погребняк С.В. Рост и продуктивность огурца в зимних теплицах в осенне-зимнем культурообороте на малообъемной гидропонике (ОО «Сибagroхолдинг») // Вестн. Омск. гос. аграр. ун-та. 2016. № 3 (23). С. 53–58.
11. Селекция сои, направления и ожидания. – <https://agroperspectiva-com-ua.cdn.ampproject.org/> (дата обращения: 11.04.2019).
12. Синеговская В.Т., Наумченко Е.Т., Кобозева Т.П. Методы исследований в полевых опытах с соей: учеб.-метод. пособие. Благовещенск: ОДЕОН, 2016. 115 с.
13. Синеговская В.Т. Посевы сои в Приамурье как фотосинтезирующие системы / РАСХН, ВНИИ сои. Благовещенск: Зея, 2005. 119 с.
14. Сирота С.М., Митрофанова О.А., Харченко В.А., Бондарева Л.Л., Балашова И.Т., Джос Е.А., Белавкин Е.С., Матюшкина А.А. Новые сорта и культуры для выращивания на гидропонных стеллажных установках в современных рассадных комплексах // Овощи России. 2018. № 2 (40). С. 3–9.
15. Сирота С.М., Балашова И.Т., Козарь Е.Г., Пинчук Е.В. Новые технологии в овощеводстве защищенного грунта // Овощи России. 2016. № 4 (33). С. 3–9.
16. Степанов В.А., Сирота С.М., Антипова О.В. Новая культура для салатных линий – репа листовая // Овощи России. 2015. № 3/4. С. 28–29, 74–77.
17. Технология выращивания салата. – <https://ogorodstvo.com/ovoshchevodstvo/vyrashchivaniye-zelennykh-kultur/tehnologiya-vyrashhivaniya-salata.html> (дата обращения: 09.04.2019).
18. Чесноков В.А., Базырина Е.Н., Бушуева Т.М., Ильинская Н.Л. Выращивание растений без почвы. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1960. 171 с.
19. Эдамам – полезные свойства и калорийность, применение и приготовление. В чем польза и вред. – <https://lady.mail.ru/product/jedamam/> (дата обращения: 08.04.2019).
20. Lee J.D. et al. Evaluation of a simple method to screen soybean genotypes for salt tolerance // Crop Science. 2008. Т. 48, N 6. P. 2194–2200.
21. Palermo M. et al. Hydroponic cultivation improves the nutritional quality of soybean and its products // Agric. Food Chem. 2011. Vol. 60 (1). P. 250–255.

УДК 633.853.52:632.51:632.954:001.5:631.599:633:631.453

DOI: 10.25808/08697698.2019.205.3.013

В.Н. МОРОХОВЕЦ, З.В. БАСАЙ,
Т.В. МОРОХОВЕЦ, Т.В. ШТЕРБОЛОВА

Изучение чувствительности сельскохозяйственных культур к почвенным остаткам гербицидов Пивот, Фабиан, Лазурит и Пропонит

В 2011–2016 гг. в Дальневосточном научно-исследовательском институте защиты растений в серии опытов с применением метода биологической индикации в условиях вегетационного домика изучена чувствительность 13 сельскохозяйственных культур к почвенным остаткам гербицидов Фабиан, Пивот, Лазурит, Пропонит, сохранившимся после их довсходового применения в посевах сои при нормах расхода 0,1 кг/га, 0,8 л/га, 1,0 кг/га и 3,0 л/га соответственно. Семена тестируемых культур высевали в почву с обработанных гербицидами участков, отобранную после уборки сои и/или весной следующего года до начала полевых работ. По снижению высоты и сырой надземной массы опытных растений в сравнении с контролем (без применения гербицидов) судили о токсичности для тестируемых культур остатков гербицидов, сохранившихся в почве. Фиксировались прочие признаки угнетения и повреждения тест-растений в течение их вегетации. Из испытанных культур наиболее чувствительной к остаточным количествам всех изучаемых гербицидов оказалась свекла столовая. Почвенные остатки Фабиана, Пивота и Лазурита существенно угнетали морковь, гречиху и белокочанную капусту. Высокую чувствительность к Пивоту также проявил огурец. Выявленные восприимчивые к остаткам гербицидов культуры следует исключить из севооборота с соей до полного разложения препаратов, оказавших на них токсическое действие. Отрицательного последействия Пропонита на тест-культуры не зафиксировано.

Значительных различий в фитотоксичности гербицидов с выявленным последействием в вариантах с разными сроками отбора почвенных образцов не отмечено.

Ключевые слова: гербициды, Фабиан, Пивот, Лазурит, Пропонит, остаточные количества, сельскохозяйственные культуры, последействие, токсичность, чувствительность.

Study of sensitivity of crops to soil residues of herbicides Pivot, Fabian, Lazurit and Proponit.
V.N. MOROKHOVETS, Z.V. BASAI, T.V. MOROKHOVETS, T.V. SHTERBOLOVA (Far Eastern Scientific Research Institute of Plant Protection, Primorsky Krai, Kamen-Rybolov village).

In 2011–2016, the sensitivity of 13 crops to soil residues of herbicides Fabian, Pivot, Lazurit, Proponit, preserved after their pre-emergence use in soybean crops in the consumption rates of 0.1 kg/ha, 0.8 l/ha, 1.0 kg/ha and 3.0 l/ha, respectively, was studied at the Far Eastern Scientific Research Institute of Plant Protection in the conditions of a plant-house in a series of experiments using the biological indication method. The seeds of the tested crops were sown into the soil from herbicide-treated plots, selected after soybean harvesting and/or in the spring of the next year before the start of field work. According to the decrease in height and crude aboveground mass of experimental plants in comparison with the control (without the use of herbicides), the toxicity of herbicide residues preserved in the soil for the tested crops was judged. Other signs of oppression and damage of test plants during their vegetation were recorded. The most sensitive of the tested cultures to the residual amounts of all studied herbicides was beet. Soil residues of Fabian,

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

Pivot and Lazurit significantly oppressed carrot, buckwheat and cabbage. Cucumber also showed a high sensitivity to Pivot. Cultures susceptible to herbicide residues that were identified should be excluded from crop rotation with soy to complete decomposition of drugs that have had a toxic effect on them. There was no negative after effect of Proponit on the test culture used in the experiments. There were no significant differences in phytotoxicity of herbicides with revealed aftereffect in variants with different terms of soil samples selection.

Key words: herbicides, Fabian, Pivot, Lazurit, Proponit, residual amounts, agricultural crops, aftereffect, toxicity, sensitivity.

На практике основными экологическими проблемами при применении гербицидов являются их фитотоксичность по отношению к защищаемым культурам и последующим культурам в севообороте. Последствие гербицидов определяется их персистентностью – способностью сохранять биологическую активность при длительном нахождении в почве [5, 14]. Активность гербицидов разных классов широко варьирует и зависит от свойств почвы, температурно-влажностного режима, особенностей индикаторного растения. Особый интерес представляют исследования современных гербицидных препаратов, относящихся к имидазолинонам и производным сульфонилмочевины [1, 11, 12, 15]. Представители этих классов отличаются высокой избирательностью, малыми эффективными дозами, средним уровнем устойчивости в почве. Но в ряде случаев их применение отмечено остаточным отрицательным последствием на культуры севооборота, что связано не только с технологическими нарушениями (завышенные нормы расхода, плохо отлаженная техника, неравномерное распределение препарата и др.), но и неправильным чередованием культур.

Существуют жесткие ограничения на применение гербицидов, обладающих отрицательным последствием на культуры-преемники. Например, в Западной Европе, США и Канаде запрещено применение препаратов на основе клопиралида, дикамбы, пиклорама и ряда других в севооборотах с картофелем. Возделывание после них картофеля разрешено только после проведения биотеста почвы, а также внесения навоза или компоста [10].

На Дальнем Востоке России часто используют такие гербициды, как Пивот, Лазурит, Фабиан.

Считается, что после применения Пивота зерновые (кукуруза, пшеница, овес, ячмень, рожь) можно сеять через год, а свеклу, рапс и овощные культуры – не ранее чем через 2–2,5 года [11]. При дефиците почвенной влаги остаточные количества этого гербицида могут снижать урожайность овса [8]. Засуха в сезон применения Лазурита также способствует его сохранению в почве и проявлению токсичности по отношению к чувствительным культурам [6].

В наших токсикологических исследованиях [7] максимально высокую чувствительность к Фабиану при его внесении в лугово-бурую почву проявили свекла столовая, горчица белая и капуста белокочанная: ED_{50} (норма расхода гербицида, вызывающая 50%-е снижение массы тест-растений) составила от 4,4–8,2 г/га, ED_{20} – 1,3–2,9 г/га.

Новый препарат Пропонит, по данным разработчиков, не имеет последствия, разлагаясь в почве в течение 30 дней, и лишь один продукт его разложения сохраняет активность до 100 дней, оказывая пролонгированное остаточное действие. Но для последующих культур это проблемы не представляет [9].

При определении остаточных количеств гербицидов применяют физико-химические методы и биотестирование [3, 4]. Из физико-химических наиболее часто употребляют метод, основанный на использовании высокоэффективной жидкостной хроматографии. Он прост, но требует специального оборудования, к тому же имеет достаточно серьезный недостаток – нижний предел количественного определения не позволяет оценить микроколичества веществ, которые оказываются еще довольно токсичными для высокочувствительных к гербициду сельскохозяйственных культур. Биологический метод позволяет количественно определить суммарное содержание фитотоксичных веществ в почве или суммарные воздействия на культуру не только используемого гербицида, но и всех продуктов его трансформации, многие из которых характеризуются зачастую большей фитотоксичностью, чем исходный препарат [11].

Цель исследований – с использованием метода биологической индикации оценить степень безопасности для ряда культур содержащихся в почве остаточных количеств гербицидов Фабиан, Пивот, Лазурит и Пропонит.

Материалы и методика исследований

Оценку чувствительности сельскохозяйственных культур к биологически активным остаткам гербицидов Фабиан, ВДГ (д.в. имазетапир 450 г/кг + хлоримурон-этил 150 г/кг), Пивот, ВК (д.в. имазетапир 100 г/л), Лазурит, СП (д.в. метрибузин 700 г/кг), Пропонит, КЭ (д.в. пропизохлор 720 г/л) в почве провели в 2011–2016 гг. в серии опытов в условиях вегетационного домика в соответствии с «Методическим руководством по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве» [13]. Изучаемые препараты использовались в делячных экспериментах после посева (до всходов) сои при следующих нормах расхода: Фабиан – 0,1 кг/га, Пивот – 0,8 л/га, Лазурит – 1,0 кг/га, Пропонит – 3,0 л/га. Образцы почвы из пахотного слоя (0–20 см) отбирали с опытных и контрольных (без обработки гербицидами) участков поля (делянок) по окончании сезона осенью и/или весной следующего года, примерно через 4,5 и 11 мес. после применения препаратов. Отобранную почву высушивали в тени до воздушно-сухого состояния, измельчали, просеивали через сито 5 мм, помещали в сосуды объемом 500 см³. В нее высевали сорта тестируемых культур: пшеницу Приморская 39, ячмень Приморский 89, овес Тигровый, подсолнечник Местный, кукурузу гибридной популяции Славянка, гречиху Изумруд, рис Дарий 23, огурец Дальневосточный 27, капусту Слава 1305, морковь Королева осени, томаты Волгоградские 5/95, свеклу столовую Бордо 237. Картофель сорта Сантэ высаживали кусочками клубней с ростками. Повторность опытов 10-кратная.

При проведении исследований наблюдали за развитием опытных растений, фиксировали проявление различных признаков их угнетения и повреждения. Окончательно действие остатков гербицидов на тест-культуры оценивали через 25–30 сут после посева (посадки) по изменению высоты и биомассы надземных органов опытных растений в сравнении с контролем. Полученные данные статистически обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [2] с использованием компьютерной программы.

Результаты и обсуждение

Развитие тест-культур в почве, отобранной через 4,5 мес. после обработки гербицидами (рис. 1)

Признаки отрицательного последствия Фабиана наиболее наглядно и разнообразно проявлялись на свекле столовой, капусте белокочанной и гречихе. Спустя 10–14 сут после появления всходов отмечены отставание опытных растений в росте, деформация листьев с признаками хлороза и некрозом жилок. Корневая система опытных растений свеклы, гречихи и особенно капусты к концу проведения опытов также была угнетена и слабо развита. В меньшей степени угнетение роста и хлороз листовых пластинок отмечены у подсолнечника, томата, риса и моркови. У огурца, картофеля, кукурузы и овса наблюдалось лишь некоторое изменение интенсивности окраски (осветление) растений. У остальных культур каких-либо видимых признаков угнетения почвенными остатками Фабиана не обнаружено.

Как результат последствия Пивота отмечены хлороз, покраснение (некроз) листовых жилок и отставание в росте опытных растений томатов, гречихи, огурца, моркови, капусты белокочанной, свеклы столовой, снижение биомассы томатов на 8 % и огурца на 18 %. Масса и высота опытных растений картофеля, риса, подсолнечника, кукурузы, овса, ячменя и пшеницы существенно не отличались от контрольных показателей.

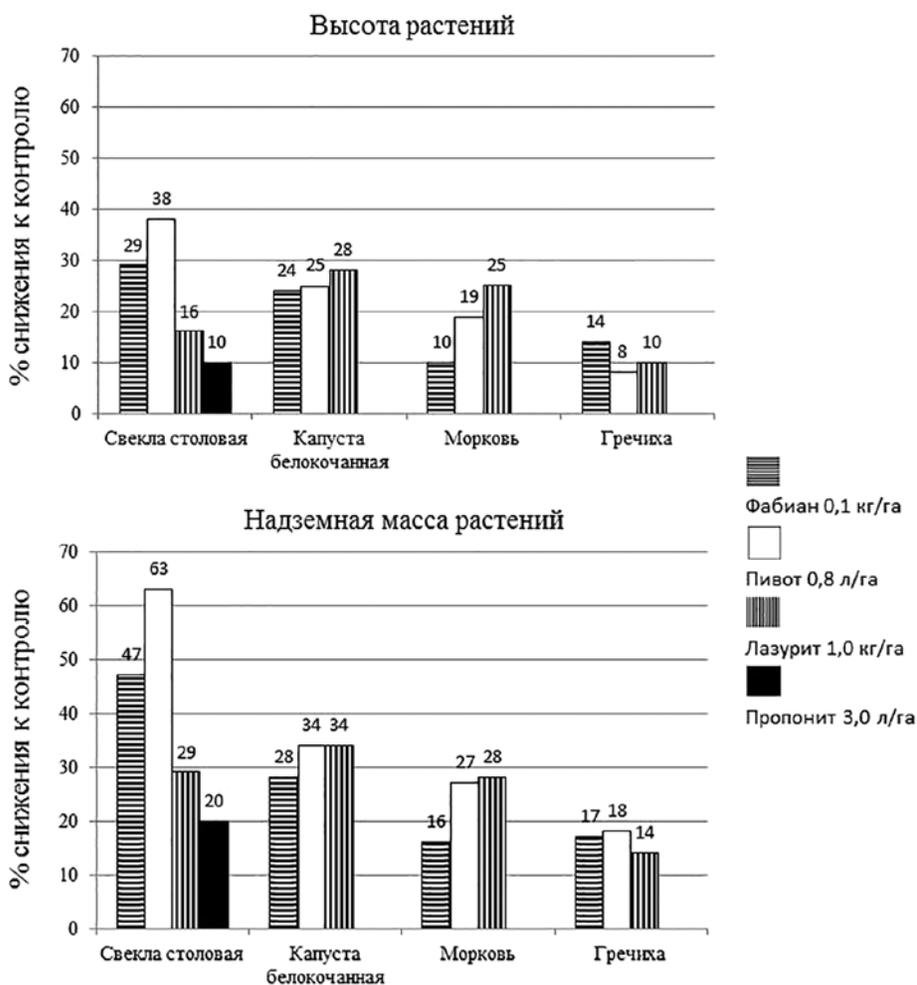


Рис. 1. Последствие гербицидов на наиболее чувствительные сельскохозяйственные культуры через 4,5 мес. после применения

Фитотоксическое действие остаточных количеств Лазурита проявлялось в торможении роста огурца, гречихи, моркови, капусты белокочанной и свеклы столовой. У гречихи, моркови и белокочанной капусты также было заметно уменьшение размеров листовых пластинок.

Таким образом, замеры и взвешивание растений после срезки показали, что в почве спустя 4,5 мес. после применения Фабиана, Пивота и Лазурита сохраняются их остаточные количества, способствующие значительному и существенному ($P = 95\%$), по сравнению с контролем, снижению высоты и сырой надземной массы растений, особенно свеклы столовой, капусты белокочанной, моркови, гречихи.

Обработка Пропонитом сказалась только на свекле столовой в форме замедления роста и развития.

Развитие тест-культур в почве, отобранной через 11 мес. после обработки гербицидами (рис. 2)

Признаки угнетения и симптомы повреждения растений в варианте с весенним отбором образцов почвы были подобны наблюдаемым в предыдущем опыте, но слабее выражены.

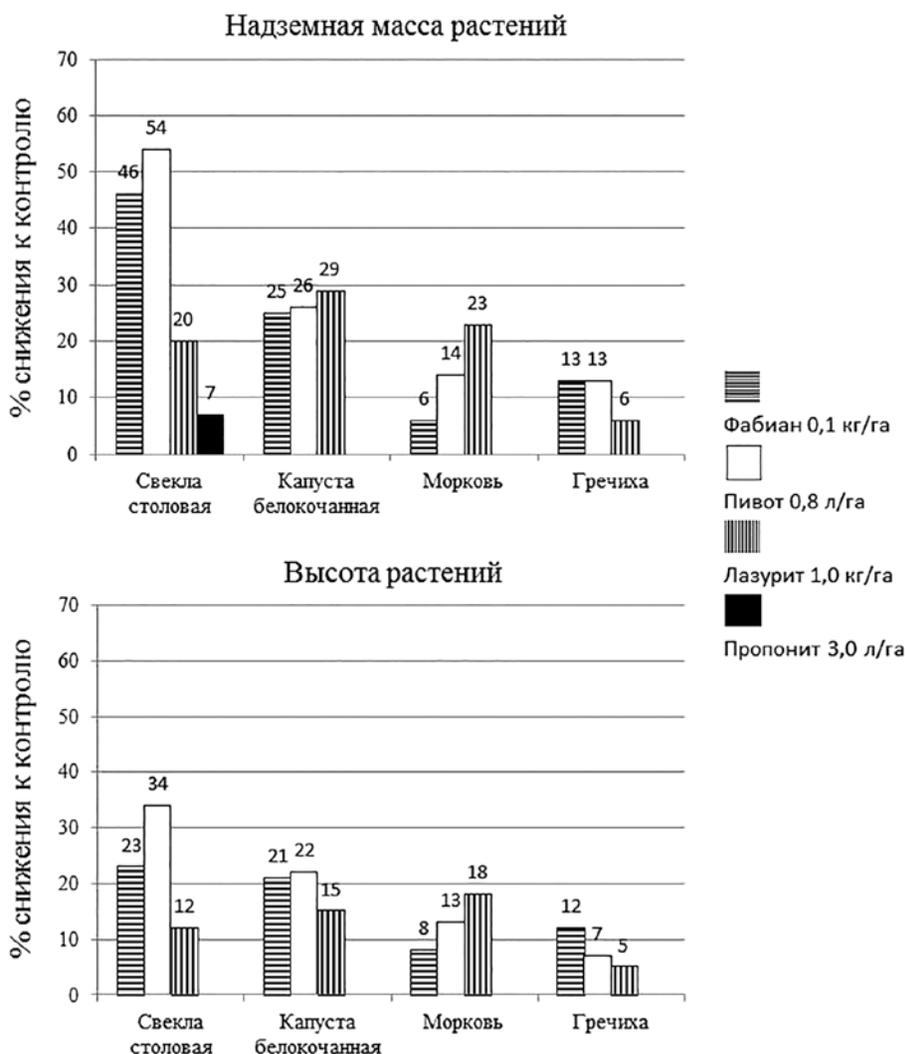


Рис. 2. Последствие гербицидов на наиболее чувствительные сельскохозяйственные культуры через 11 мес. после применения

Спустя 11 мес. после применения Фабиан, Пивот и Лазурит наиболее сильно и статистически существенно угнетали развитие надземной массы и рост свеклы столовой и капусты белокочанной. Значительное подавление надземной массы и снижение высоты растений моркови зафиксировано при последствии Пивота и Лазурита, незначительное – Фабиана. Снижение биомассы и высоты растений гречихи из-за влияния остатков Фабиана, Пивота и Лазурита оказалось статистически незначительным. Не было отмечено какого-либо отрицательного действия остатков гербицидов на картофель, огурец, томаты, подсолнечник, рис, кукурузу, овес, ячмень, пшеницу.

Пропонит не оказывал какого-либо негативного последствия на все изучаемые культуры севооборота за исключением свеклы столовой, надземная масса которой была ниже контрольного значения на 7 %.

Заключение

В почвенно-климатических условиях юга Дальнего Востока применение гербицида Пропонит (3,0 л/га) до появления всходов сои является безопасным для последующих культур севооборота из числа использованных в опытах. Незначительному угнетению почвенными остатками и метаболитами данного препарата может быть подвержена только свекла столовая.

Даже через 11 мес. после применения Фабиана 0,1 кг/га, Пивота 0,8 л/га и Лазурита 1,0 кг/га в почве сохраняются их остаточные количества, способные оказывать значительное токсическое действие (проявление визуально заметных признаков угнетения и повреждения растений, существенное снижение их биомассы и высоты) на капусту белокочанную и свеклу столовую. Чувствительной к остаточным количествам Пивота и Лазурита является морковь. Использование Фабиана и Пивота служит фактором риска для последующего возделывания гречихи.

Не выявлено значительных различий по спектру чувствительных культур, признакам и уровням фитотоксичности у гербицидов с выявленным последствием (Фабиан, Пивот, Лазурит) в вариантах с разными сроками отбора почвенных образцов, что можно объяснить таким известным явлением, как подавление микробного разложения химических препаратов в почве при пониженных температурах в осенне-зимний период.

После применения потенциально опасных гербицидов с выраженным последствием рекомендуется предварительное проведение биотеста почвенных образцов с использованием культур, предполагаемых к посеву.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулидов А.М. О последствии гербицидов // Защита и карантин растений. 2003. № 2. С. 25–28.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основаниями статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
3. Использование метода биоиндикации для оценки остаточных количеств гербицидов в почве и их суммарной фитотоксичности: рекомендации. М.: Росагропромиздат, 1990. 39 с.
4. Ларина Г.Е., Спиридонов Ю.Я., Захаров С.А., Захарова Т.В. Индикация остатков гербицидного препарата Пульсар в объектах агроценоза // Агрохимия. 2001. № 4. С. 67–75.
5. Ларина Г.Е., Спиридонов Ю.Я., Захаров С.А., Захарова Т.В. Оценка и прогноз фитотоксичности сульфонилмочевинных и имидазолиновых гербицидов // Агрохимия. 2004. № 4. С. 22–32.
6. Мороховец В.Н., Басай З.В., Яковец В.П. Последствие гербицида Лазурит, примененного в посевах сои // Современные проблемы исследований в биологии: сб. науч. тр. / РАСХН, Дальневост. науч. центр, ВНИИ сои. Благовещенск, 2009. С. 84–88.
7. Мороховец В.Н., Мороховец Т.В., Басай З.В. Результаты изучения эффективности гербицида Фабиан // Достижения науки и техники АПК. 2014. Т. 28, № 12. С. 20–23.
8. Мороховец Т.В., Яковец В.П., Мороховец В.Н. Эффективность Пивота в посевах сои и его последствие на культуры севооборота // Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Дальнего Востока: сб. науч. тр. / РАСХН. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 225–230.
9. Насонова Д. Новый формат продвижения СЗР в России // Защита растений [газ.]. 2013. № 5. С. 10.
10. Санин С.С. Фитосанитарные проблемы интенсивного растениеводства // Защита и карантин растений. 2013. № 12. С. 3–8.
11. Спиридонов Ю.Я. К вопросу о последствии сульфонилмочевинных гербицидов в почвах РФ и пути снижения их отрицательного действия на культурные растения // Вестн. защиты растений. 2009. № 3. С. 10–19.
12. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г., Ларина Г.Е., Спиридонова Г.С. Как ослабить остаточное действие сульфонилмочевинных гербицидов // Защита и карантин растений. 2006. № 2. С. 59–61.
13. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. М.: Печатный Город, 2009. 252 с.
14. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Практика создания и эффективного применения комбинированных отечественных гербицидов в борьбе с сорняками в посевах зерновых колосовых культур // Агрохимия. 2013. № 1. С. 35–49.
15. Стецов Г.Я. Последствие гербицидов в Западной Сибири // Защита и карантин растений. 2015. № 3. С. 17–19.

Л.В. САМУТЕНКО

Влияние систем удобрения разной интенсивности на продуктивность зернопропашного звена полевого севооборота

Установлено, что минеральные и органоминеральные системы удобрения оказывают сходное влияние на продуктивность культур зернопропашного звена (озимой ржи и кормовых корнеплодов). Наибольшая продуктивность культур получена при применении тройной дозы удобрений на минеральном фоне. Наименее эффективно по влиянию на формирование урожаев последствие органических фонов. Применение бесфосфорных систем при высоком содержании фосфора в почве не сказывалось отрицательно на урожайности культур звена. Сбор компонентов, определяющих кормовую ценность культур, был пропорционален урожайности ржи и корнеплодов. Все минеральные системы характеризовались высокими показателями получения зерновых единиц.

Ключевые слова: системы удобрения, рожь, корнеплоды, продуктивность, оценка.

The influence of the systems of fertilizer of different intensity on the productivity of the rotation link of cereals and row crops in the field crop rotation. L.V. SAMUTENKO (Sakhalin Research Institute of Agriculture, Yuzhno-Sakhalinsk).

Observations showed the proximity of the influence of mineral and organomineral systems of fertilizer on the productivity of cultures of the rotation link of cereals and row crops (winter rye and fodder roots). The most productivity of cultures obtained through the use of a triple dose of fertilizers on a mineral background. The least effectively on influence on the formation of harvests is the after-effect of organic backgrounds. The use of phosphorus-free systems at high phosphorus content in soil did not affect negatively on the yield of cultures of the link. The collection of components qualificatory the feed value of cultures was proportional to the productivity of rye and root vegetables. All mineral systems were characterized by high rates of obtaining grain units.

Key words: systems of fertilizer, rye, root crops, productivity, estimation.

Положительные тенденции в развитии животноводства в Сахалинской области обуславливают появление перемен в кормопроизводстве. Наряду с введением в кормовой клин не выращиваемых ранее сельскохозяйственных растений происходит постепенное возвращение известных и в свое время широко используемых культур – озимой ржи и кормовых корнеплодов.

В период активного возделывания зерновых в островном земледелии озимой ржи была отведена роль промежуточной культуры, обеспечивающей раннее поступление зеленой массы и являвшейся предшественником для пожнивных посевов (посадок) других кормовых растений. Кормовые корнеплоды служат основным растительным источником углеводов в рационах животных [16, 17].

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

Рожь и брюква способны формировать хорошие урожаи на всех почвенных разновидностях, достаточно богатых питательными веществами [12, 17, 21]. Под посевы ржи, предназначенной для скармливания в зеленом виде, и под кормовую брюкву, особенно при выращивании ее в качестве основной культуры после зерновых, рекомендовано одновременное применение органических и минеральных удобрений [12].

При достаточном наличии удобрений высокая урожайность данных культур обеспечена необходимым органоминеральным сопровождением. Именно органоминеральные системы удобрения занимают преимущественное положение по влиянию на продуктивность агроценозов относительно минеральных систем с высокими дозами NPK [5, 11, 13, 15, 18, 20].

Значительное снижение применения удобрений, наблюдающееся на протяжении длительного времени, обуславливает поиск вариантов питания культур характеризуемого звена севооборота, позволяющих сохранять оптимальный уровень их урожайности. В связи с этим поиск наиболее эффективных сочетаний органических и минеральных удобрений при выращивании кормовых корнеплодов и озимой ржи, изучение действия и последствий разных по степени интенсивности систем удобрения на их продуктивность не теряет своей актуальности.

Цель исследований – установить влияние разных по степени интенсивности систем удобрения на продуктивность звена травянопропашного севооборота «озимая рожь + кормовые корнеплоды».

В задачу опыта входило определение урожайности обозначенных культур при размещении их на разных уровнях питания, а также оценка полученной продукции с позиции кормопроизводства (содержание кормовых единиц, обменной энергии, протеина), систем удобрения – с позиции целесообразности использования (количество полученных зерновых единиц на 1 кг действующего вещества удобрений).

Методика исследований

Исследования проводили в многоцелевом долголетнем стационарном опыте, имеющем три повторения во времени и пространстве (1989–1991 гг.), что позволяет учесть почвенные и погодные различия и определить математические зависимости не только внутри каждой закладки опыта, но и при объединении полученных в них результатов. Каждая из закладок (3 га) включает четыре повторности в пространстве, чередование культур в севообороте – во времени, что не противоречит методике полевого опыта [4].

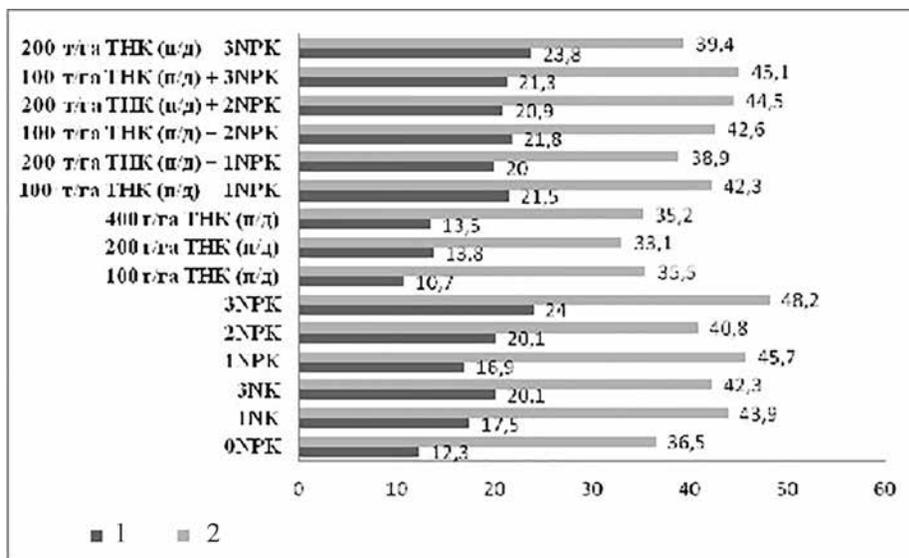
Почва лугово-дерновая (агрозем) старопашотная с неоднородным гранулометрическим составом (средний суглинок – легкая глина). Агрохимические параметры на период выращивания ржи и корнеплодов были следующими: pH 4,9 (потенциметрическое определение), содержание гумуса 4,2 % (по Тюрину–Симакову), общего азота – 0,30 % (по Тюрину), легкогидролизуемого азота – 166,5 мг/кг (по Тюрину–Кононовой). Количество в 1 кг почвы (среднее): минеральных форм азота – 67,4 мг (N–NO₃ определяли с помощью потенциометра, N–NH₄ – на колориметре с индофенольной зеленью), подвижных форм фосфора – 442,0 мг (по Кирсанову), обменного калия – 106,0 мг (на пламенном фотометре в вытяжке Кирсанова) [1, 2].

Системы удобрения включали следующие фоны: нулевой (0NPK), органические (100, 200 и 400 т/га торфонавозного компоста (ТНК) – 3–4-й год последействия (п/д) при выращивании ржи и брюквы), минеральные (1 и 3NK, 1-3NPK) и органоминеральные (100–200 т/га ТНК + 1-3NPK) фоны. Базовые одинарные дозы в 1-й ротации севооборота (кг/га д. в.): под озимую рожь – N₆₀P₉₀K₉₀, под кормовые корнеплоды (гибрид Куузику) – N₉₀P₁₂₀K₁₈₀ – соответствовали рекомендациям, приведенным в работе [16]. В связи со значительным увеличением количества элементов питания под корнеплоды при утроении базовой дозы ограничили ее удвоением, а по последействию 2NPK (1-й год п/д) внесли ½ NPK.

Почвенные образцы отбирали в слое 0–20 см весной и осенью, растительные – в соответствии со сроками наступления технической спелости культур. В растительных образцах определяли содержание азота, фосфора, калия, кальция, золы, клетчатки, сахаров, нитратов по общепринятым в кормопроизводстве методикам [14]. На основании аналитических данных рассчитывали количество валовой и обменной энергии, сырого и переваримого протеина, кормовых и зерновых единиц [9, 10, 19].

Результаты

Зависимость урожайности озимой ржи и кормовых корнеплодов от действия разных систем удобрения показана на рисунке.



Урожайность озимой ржи (1) и кормовых корнеплодов (2), т/га

Различия во влиянии минеральных и органоминеральных систем были незначительны, однако внутри разнофоновых блоков (с торфонавозным компостом и без него) они имели место. Это подтверждено математически: для озимой ржи HCP_{05} – 3,8 т/га, для корнеплодов – 6,9 т/га.

Обе культуры практически равноценно реагировали на действие разных комплексов. Существенные различия в реакции возникли только на фоне дозы 3NPK (2NPK для корнеплодов) в сочетании с 200 т/га ТНК (п/д) и без органических удобрений. Если урожайность зеленой массы ржи в этих вариантах оказалась почти равной (+0,2 т/га), то разница в выходе корнеплодов была значительной – 8,8 т/га в пользу минерального фона с тройной дозой питания, обеспечившей наиболее высокую урожайность (48,2 т/га).

С увеличением количества питательных элементов с одной до трех доз (до $N_{180}P_{270}K_{270}$) урожайность озимой ржи выросла на 18,9–42,0, корнеплодов – только на 5,5 %, хотя повышение уже до $N_{120}P_{90}K_{120}$ может даже снизить продуктивность озимой ржи относительно меньшей дозы [8].

Потери в урожае брюквы при внесении $\frac{1}{2}$ NPK по сравнению с действием дозы 1NPK составили 12,0 %. В то же время половинная доза удобрений обеспечила 4,3 т/га (11,8 %) прибавки к урожайности контроля. Положительно, хотя и несколько по-разному, можно оценить влияние на продуктивность культур бесфосфорных систем. При очень высоком содержании подвижных форм фосфора в почве изъятие его из систем удобрения не оказывало отрицательного действия на продукционный процесс растений, но исключало

непродуктивные затраты Р. Урожайность зеленой массы озимой ржи при применении 1NPK и 3NK на 0,6–3,2 т была выше таковой при выращивании ее на фоне 1NPK. Однако, что говорит в пользу одинарной дозы, отмечена разница в 1,8–3,4 т в урожайности корнеплодов.

К числу наименее эффективных по влиянию на формирование урожая отнесено последствие всех моноорганических фонов. Их участие в органоминеральных системах удобрения в большей степени по сравнению с корнеплодами уравнило урожайность озимой ржи. Однако небольшое преимущество во влиянии на продуктивность ржи имели системы 1 NPK и 2NPK в сочетании со 100 т/га торфоавошного компоста. Продуктивность корнеплодов при внесении разных минеральных комплексов на этом фоне органики также увеличивалась относительно ее показателей на фоне 200 т/га ТНК. Несмотря на это в обсуждаемый период наблюдений действие компоста в совокупности с минеральными удобрениями оказалось маловыраженным. Возможно, введение характеризуемого звена севооборота в поле совпало со снижением активного последствия ТНК. Положительное влияние органоминеральных систем не только на продуктивность агроценозов, но и на другие параметры плодородия было оценено после многолетних стационарных наблюдений, которые выходят за рамки данного сообщения. Параллельные наблюдения агрохимического характера, проводимые вне стационара в мелкоделяночных опытах с разными вариантами удобрений, также не приносили значимых результатов.

Таблица 1

Продуктивность звена полевого севооборота озимая рожь + кормовые корнеплоды в зависимости от систем удобрения разной степени интенсивности

Система удобрения	Выход с 1 га, т									
	озимая рожь + корнеплоды					ботва корнеплодов				
	сухая масса	кормовые единицы	сырой протеин	сахара	обменная энергия, ГДж	сухая масса	кормовые единицы	сырой протеин	сахара	обменная энергия, ГДж
0NPK	6,64	5,39	0,76	2,53	69,23	1,33	1,23	0,27	0,10	14,29
1NK	8,60	7,43	1,15	2,87	87,48	2,05	1,82	0,46	0,14	21,59
3NK	7,91	6,76	1,34	2,77	84,88	2,38	2,16	0,53	0,15	25,39
1NPK	8,25	7,32	1,03	3,04	87,23	1,93	1,60	0,42	0,14	19,61
2NPK	8,0	6,94	1,16	2,66	85,60	1,80	1,54	0,39	0,14	18,60
3NPK	9,63	8,32	1,66	3,16	103,54	2,05	1,74	0,46	0,16	21,10
100 т/га ТНК (п/д)	6,28	5,39	0,69	2,59	68,86	1,44	1,21	0,28	0,11	14,36
200 т/га ТНК (п/д)	6,63	5,68	0,80	2,47	71,04	1,32	1,18	0,30	0,10	13,93
400 т/га ТНК (п/д)	6,55	5,89	0,79	2,59	70,0	1,18	1,06	0,25	0,10	12,46
100 т/га ТНК (п/д) + 1NPK	9,05	7,32	1,03	3,32	96,38	1,83	1,56	0,37	0,14	18,91
200 т/га ТНК (п/д) + 1NPK	8,50	7,07	1,17	3,06	89,65	1,42	1,23	0,30	0,14	14,81
100 т/га ТНК (п/д) + 2NPK	9,45	7,48	1,23	3,07	93,53	1,95	1,68	0,40	0,15	20,21
200 т/га ТНК (п/д) + 2NPK	8,75	7,60	1,29	3,06	93,94	2,04	1,74	0,43	0,16	21,10
100 т/га ТНК (п/д) + 3NPK	9,09	7,78	1,43	3,00	97,11	2,44	2,12	0,51	0,20	25,43
200 т/га ТНК (п/д) + 3NPK	8,83	7,54	1,41	2,73	93,44	2,12	1,92	0,48	0,16	22,60

Одними из вероятных причин выровненного действия разных систем удобрения на тот момент могли быть уровень и оптимальное состояние почвенного органического вещества как нивелирующего фактора. По наблюдениям [7], органические удобрения наиболее эффективны на слабоокультуренной почве. На среднем уровне окультуренности действие органо-минеральной системы почти равно чисто минеральной; на высокоокультуренной почве органическое удобрение малоэффективно. На начальном этапе стационарного опыта почва по некоторым параметрам (содержание гумуса, форм азота, подвижного фосфора) характеризовалась как средне- и хорошо окультуренная.

Выявленные корреляционные связи между уровнем урожайности обеих культур и дозами удобрений весьма слабы ($K_{кор.}$ 0,24 и -0,15), хотя данные, представленные на рисунке, свидетельствуют об очевидной разнице в действии применяемых систем. Определение связи урожайности с разным насыщением систем удобрения азотом выявило почти отсутствие таковой ($K_{кор.}$ 0,094) у ржи и слабую обратную ($K_{кор.}$ -0,29) – у корнеплодов.

Продуктивность кормовых культур помимо урожайности характеризуется содержанием наиболее ценных для кормопроизводства компонентов. Основные составляющие продуктивности культур зернопропашного звена и их суммарный выход практически за один полевой период (лето–осень) приведены в табл. 1.

Сбор кормовых продуктов был в основном пропорционален урожайности ржи и корнеплодов. В их продуктивной части максимальное количество сырого протеина составляло 0,88 т/га, сахаров – 0,90 т/га (рожь) и 2,48 т/га (корнеплоды). Сахаропротеиновое соотношение в зеленой массе озимой ржи изменялось от 0,75 до 2,32, в корнеплодах – от 2,93 до 4,47 при норме 0,8–1,5.

Сбор сухой массы, сырого протеина, сахаров и обменной энергии в вариантах с 1-2NPK на фоне компоста был достаточно близок к лидирующему по сбору этих компонентов варианту с тройной дозой.

Результаты обеспечения переваримым протеином кормов из корнеплодов и зеленой массы ржи приведены в табл. 2.

Ни вегетативная масса ржи, ни корнеплоды не отличались достаточным накоплением переваримого протеина. Если в половине вариантов с рожью его величина превысила нижнюю границу нормативного содержания (110–160 г в 1 кг СВ), то в корнеплодах немного выше нормы был единственный показатель на фоне 3NK. В продукции части вариантов (0NPK, 1NPK на минеральном фоне и на фоне 100 т компоста, всех органических фонов) ниже нормы (норма 100–115 г) отмечено обеспечение переваримым протеином 1 кормовой единицы. Такие важнейшие параметры, как содержание кормовых единиц и обменной энергии в 1 кг СВ, в основном соответствовали нормативным требованиям (>0,80 и >10,0 МДж) и даже превышали их. В 1 кг СВ озимой ржи входило до 0,87 к. ед., 10,42 МДж ОЭ, корнеплодов – 0,92 к. ед., 11,37 МДж ОЭ.

Согласно наблюдениям дополнительным источником корма являются листья корнеплодов. Доля листьев при высоком урожае корнеплодов составляет 30–40 % [6]. В нашем опыте масса листьев составляла 20,8–29,4 %, что более соответствует опубликованным позднее данным (25 % и выше) [3]. Основные кормовые составляющие ботвы корнеплодов приведены в табл. 1, 2. Максимальные их значения отмечены на фонах 3NK и 100 т/га ТНК (п/д) + 3NPK. К ним близки показатели фонов 2(3 п/д)NPK и 100–200 т/га ТНК (п/д) + 2(3п/д)NPK. В 1 кг СВ ботвы содержалось до 0,92 к. ед., 10,76 МДж ОЭ.

Выбор системы удобрений определяется не только продуктивностью культур и севооборота в целом, но и экономической целесообразностью. В качестве одного из параметров нами предложен расчет количества зерновых единиц, приходящихся на 1 кг действующего вещества удобрений (не менее 7–8 кг). Все минеральные системы характеризовались высокими показателями получения зерновых единиц на затраченные удобрения: 9,0–18,8 кг/кг д. в. Максимум среди них пришелся на бесфосфорную систему 1NK как наиболее экономичную. Для органических фонов количество содержащихся в торфонавозном

Сбор переваримого протеина в зернопропашном звене севооборота в зависимости от систем удобрения разной степени интенсивности

Система удобрения	Содержание переваримого протеина					
	в 1 кг СВ			на 1 к. ед.		
	озимая рожь	кормовая брюква		озимая рожь	кормовая брюква	
		корнеплоды	ботва		корнеплоды	ботва
0NPK	64,7	77,1	175,3	84,4	91,5	189,3
1NPK	115,1	88,2	170,0	132,6	89,0	191,4
3NPK	126,6	113,8	189,5	147,8	133,4	208,7
1NPK	63,8	93,0	162,0	74,4	102,3	195,2
2NPK	112,5	84,2	171,8	139,6	91,3	201,1
3NPK	116,0	128,0	170,9	138,1	144,1	201,0
100 т/га ТНК (п/д)	59,4	71,8	162,9	70,4	82,5	183,7
200 т/га ТНК (п/д)	59,4	90,4	182,4	71,2	103,3	203,3
400 т/га ТНК (п/д)	62,0	90,4	147,0	77,3	92,0	163,9
100 т/га ТНК (п/д) + 1NPK	68,2	73,5	151,4	87,7	87,7	177,1
200 т/га ТНК (п/д) + 1NPK	99,2	85,9	177,1	120,8	102,2	204,2
100 т/га ТНК (п/д) + 2NPK	93,9	95,7	165,6	117,8	107,6	192,8
200 т/га ТНК (п/д) + 2NPK	109,8	91,2	175,3	130,1	102,6	205,0
100 т/га ТНК (п/д) + 3NPK	119,6	101,4	164,7	146,9	114,0	189,7
200 т/га ТНК (п/д) + 3NPK	127,5	94,8	187,7	150,6	110,3	207,6

Примечание. СВ – сухое вещество, к. ед. – кормовые единицы.

компосте основных элементов питания (действие и последствие не рассматривали) равномерно распределили на каждый год ротации севооборота. На 1 кг д. в. NPK в этих вариантах пришлось по 19,8–76,1 кг зерновых единиц, что обусловлено отсутствием затрат элементов из минеральных удобрений. В комплексах компост + минеральные удобрения при таком расчете получено 6,7–15,9 кг на 1 кг NPK с минимумом при применении системы 200 т/га ТНК (п/д) + 3NPK и показателе, близком к нижней границе, – систем 100–200 т/га ТНК (п/д) + 2NPK.

Заключение

Влияние разных по интенсивности систем удобрения на урожайность культур зернопропашного звена, несмотря на отсутствие математического подтверждения, имело место. Максимальная продуктивность озимой ржи получена при применении 3NPK, кормовых корнеплодов – при применении 2NPK (п/д 3NPK) на минеральном фоне. Урожайность обеих культур при использовании под их посадки систем с одинарными и двойными дозами минеральных удобрений, а под корнеплоды – и ½ NPK по фону последствия высокой дозы соответствовала оптимально возможной при сложившемся уровне плодородия почвы.

Применение бесфосфорных систем удобрения при очень высоком содержании подвижных форм фосфора в почве не сопровождалось негативными проявлениями при формировании урожая культур. Из органоминеральных комплексов наиболее эффективно влияет на урожайность культур звена внесение 1–2 доз NPK по фону последствия 100 т/га торфонавозного компоста. Наименее эффективно по влиянию на продуктивность растений последствие собственно органических фонов.

Близость результатов влияния минеральных и органоминеральных систем удобрения, установленная при определении продуктивности культур зернопропашного звена, могла быть обусловлена снижением эффективности компоста и наличием высоких качественных показателей органического вещества почвы.

Сбор основных компонентов, определяющих кормовую ценность культур зернопропашного звена, их суммарный выход с двумя урожаями были пропорциональны урожайности ржи и корнеплодов. Все минеральные системы характеризовались высокими показателями получения зерновых единиц на затраченные удобрения. Максимум отмечен в варианте с системой 1НК. В высокозатратных комплексах 100–200 т/га ТНК (п/д) + 2НПК количество зерновых единиц, приходящихся на 1 кг НПК, соответствовало необходимым показателям. Приведенные сведения позволяют сделать выбор из охарактеризованных систем удобрения в соответствии с почвенным и материальным обеспечением сельскохозяйственного производителя разных форм собственности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв / под ред. А.В. Соколова. М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1962. 490 с.
3. Горюшин Ю.И. Выращивание кукурузы. – [http:// agro-gid.com](http://agro-gid.com) (дата обращения: 13.02.2018).
4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
5. Жуков Ю.П., Чухина О.В., Токарева Н.В., Куликова Е.И. Влияние различных доз удобрений на урожайность культур севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы // Плодородие. 2015. № 2. С. 14–20.
6. Киреев В.Н., Попков В.В., Кузнецов Н.И. Снижение затрат при выращивании кормовой свеклы // Интенсивные технологии возделывания кормовых культур: теория и практика / под ред. чл.-корр. ВАСХНИЛ Ю.К. Новоселова. М.: Агропромиздат, 1990. 240 с.
7. Коваленко А.А., Забугина Т.М. Влияние комплекса средств химизации на урожайность озимой пшеницы на дерново-подзолистой почве разной степени окультуренности // Плодородие. 2018. № 4 (103). С. 25–29.
8. Коренев В.Б., Белоус И.Н., Воробьева Л.А., Яговенко Г.Л. Действие системы удобрений и погодных условий на урожайность озимой ржи в севообороте в условиях юго-запада Нечерноземной зоны // Земледелие. 2015. № 7. С. 34–36.
9. Методическое пособие по агроэнергетической оценке технологий и систем ведения кормопроизводства. М.: РАСХН, ВНИИ кормов, 2000. 53 с.
10. Методическое руководство по оценке потоков энергии в луговых агроэкосистемах. М., 2000. 24 с.
11. Мёрзлая Г. Е., Зябкина Г.А., Фомкина Т.П. и др. Эффективность длительного применения органических и минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве // Агрохимия. 2012. № 2. С. 37–46.
12. Неринг К., Люддеке Ф. Полевые кормовые культуры (Агротехника – затраты труда – кормовая ценность – сбор питательных веществ) / пер. с нем. И.М. Спичкина; предисл. канд. с.-х. наук И.П. Мининой. М.: Колос, 1974. 528 с.
13. Никитин В.В., Соловиченко В.Д., Карабутов А.П., Навальнев В.В. Оценка факторов продуктивности севооборотов // Земледелие. 2013. № 1. С. 12–14.
14. Разумов В.А. Справочник лаборанта-химика по анализу кормов. М.: Россельхозиздат, 1986. 302 с.
15. Савич В.И., Мёрзлая Г.Е., Седых В.А., Гукалов В.В. Процессы, протекающие в почве при внесении органоминеральных удобрений // Плодородие. 2017. № 4. С. 29–32.
16. Система земледелия Сахалинской области: рекомендации / ВАСХНИЛ, Сиб. отд-ние; Сах. фил. ДальНИИСХ. Новосибирск, 1989. 252 с.
17. Система земледелия Сахалинской области. Южно-Сахалинск, 2017. 395 с.
18. Скрипник А.В. Действие удобрений на урожайность, качество и лежкость корнеплодов брюквы и репы: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М., 2012. 21 с.
19. Химизация в отраслях АПК. Ч. 1. Растениеводство: справочник / И.Н. Богданов, Р.С. Бондарь, В.А. Васильев и др.; сост. А.В. Постников. М.: Росагропромиздат, 1989. 320 с.
20. Чеботарев Н.Т., Хомченко А.А., Булатова Н.В. Длительное применение удобрений и продуктивность дерново-подзолистой почвы // Земледелие. 2012. № 8. С. 13–15.
21. Шебалина М.А. Репа, турнепс и брюква. Л.: Колос, 1974. С. 352.

Е.Т. НАУМЧЕНКО, Е.В. БАНЕЦКАЯ

Агрохимические и биологические факторы оптимизации минерального питания пшеницы при длительном внесении удобрений

Представлены результаты исследований влияния условий минерального питания на продуктивность пшеницы. Установлено, что коэффициент минерализации в фазу выхода в трубку на фоне последствия длительного ежегодного внесения $N_{24}P_{30}$ + навоз 4,8 т/га на 1 га севооборотной площади был максимальным и составил 4,76 против 2,33 в фазу кущения. Это указывает на положительную динамику процессов трансформации органического вещества в почве. В фазу кущения существенное влияние на изменение урожайности пшеницы оказывают содержание в пахотном слое подвижного фосфора ($\beta = 0,50$) и численность аммонифицирующих бактерий ($\beta = 0,50$). В фазу выхода в трубку наиболее значимым для урожайности является содержание минерального азота ($\beta = 0,63$). Изменение зерновой продуктивности пшеницы на 71 % определяется содержанием в пахотном слое почвы минерального азота, подвижного фосфора и численностью микроорганизмов азотного обмена в фазу выхода в трубку.

Ключевые слова: севооборот, удобрения, динамика элементов питания и микроорганизмов, урожайность пшеницы.

Agrochemical and biological factors for optimization of mineral nutrition of wheat at long-term fertilizer application. E.T. NAUMCHENKO, E.V. BANETSKAYA (All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk).

The article presents the research results of the influence of mineral nutrition conditions on the wheat productivity. It was established that on the background of the after effect of long-term annual application of $N_{24}P_{30}$ + 4.8 t/ha of manure per 1 ha of the crop rotation area, the coefficient of mineralization in the stem elongation stage was maximum and amounted to 4.76 against 2.33 in the tillering stage that indicates a positive intensity trend of transformation processes of organic matter in soil. In the tillering stage, the content of mobile phosphorus ($\beta = 0.50$) in the arable layer and the number of ammonifying bacteria ($\beta = 0.50$) have the most significant effect on the change in wheat yield. The content of mineral nitrogen ($\beta = 0.63$) is the most significant for crop productivity in the stem-extension stage. The change in grain productivity of wheat by 71 % is determined by the content of mineral nitrogen, mobile phosphorus in the arable layer of soil, and the number of microorganisms of nitrogen metabolism in the stem elongation stage.

Key words: crop rotation, fertilizers, dynamics of nutrients and microorganisms, wheat yield.

Введение

Разработка приемов возделывания сельскохозяйственных культур на основе рационального применения удобрений открывает большие возможности в создании генотипа конкретной культуры по продуктивности. Элементы минерального питания, содержащиеся в почве и удобрениях, используются растениями далеко не полностью. Основными

НАУМЧЕНКО Екатерина Тарасовна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, *БАНЕЦКАЯ Евгения Валерьевна – научный сотрудник (Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Благовещенск). *E-mail: bev@vniiso.ru

факторами, влияющими на степень их усвоения, являются плодородие почвы, климатические условия и видовые биологические особенности сельскохозяйственных культур [2]. Комплексное влияние факторов на продуктивность культур и плодородие почвы можно в полной мере оценить лишь в результате продолжительных исследований в длительных стационарных опытах.

Данные зарубежных исследователей доказывают, что различные системы удобрений в длительных опытах по-разному влияют как на показатели плодородия почв, так и на урожайность культур севооборота [4, 5]. Важным механизмом оптимизации минерального питания, обеспечивающим реализацию биологического потенциала растений, служит процесс минерализации–синтеза органического вещества, превращения соединений азота и фосфора за счет внесения удобрений и деятельности почвенных микроорганизмов. В этой связи знание особенностей протекания биологических процессов в почве приобретает существенное значение.

Численность микроорганизмов весьма изменчива в течение периода вегетации культуры. Особенно показательна динамика микроорганизмов азотного обмена, которые могут выступать индикаторами процессов трансформации органического вещества [1]. Ранее проведенные нами исследования показали, что при длительном совместном применении органических и минеральных удобрений содержание минерального азота в почве тесно связано с численностью микроорганизмов азотного обмена, а относительно высокие коэффициенты минерализации указывают на повышение их активности [3]. Цель исследования – установить взаимосвязь продуктивности пшеницы с динамикой содержания питательных элементов и микроорганизмов азотного обмена в критические фазы развития растения при длительном внесении удобрений.

Методика исследований

Исследования проводили в системе длительного стационарного пятипольного зерносоевого севооборота закладки 1962–1964 гг. с разными уровнями среднегодовой нагрузки удобрениями на 1 га севооборотной площади (N_{24} , $N_{24}P_{30}$, $N_{24}P_{30} + 4,8$ т навоза). Для сравнения использовался вариант без внесения удобрений. После 35-летнего применения вышеперечисленных норм удобрений сформировались 3 фона плодородия с разным уровнем обеспеченности почвы подвижным фосфором: низкий (вариант N_{24}) – 27–35 мг/кг почвы, средний (вариант $N_{24}P_{30}$) – 37–50 мг/кг почвы, повышенный ($N_{24}P_{30} + 4,8$ т навоза) – 55–95 мг/кг почвы.

Опыт имеет три закладки со сдвигом во времени и трехкратную повторность каждой закладки в пространстве. Площадь делянки общая 180, учетная 75 м². Возделывали пшеницу сорта Арюна с нормой высева семян 6 млн штук на 1 га. В опыте использовали аммиачную селитру, суперфосфат и полуперепревший навоз КРС. Результаты полевых исследований анализировались для фаз кущения и выхода в трубку пшеницы как наиболее информативные по содержанию элементов минерального питания и активности почвенной микрофлоры. Данные периоды являются определяющими в формировании урожайности пшеницы.

В почвенных образцах определяли: подвижный фосфор – методом А.Т. Кирсанова в модификации ЦИНАО (ГОСТ 26207–91); обменный аммоний – методом ЦИНАО (ГОСТ 26489–85); нитратный азот – ионометрическим методом (ГОСТ 26951–86). Микробиологический анализ проводили в образцах, отобранных с глубины пахотного слоя 0–20 см стерильными шпателями. Рост аммонифицирующих бактерий активизировали мясо-пептонным агаром (МПА). Для роста микроорганизмов азотного обмена использовали крахмало-аммиачный агар (КАА). Аналитические расчеты корреляционно-регрессионного анализа проводили с помощью программ Microsoft Office и Statistica 6.0.

Результаты и обсуждение

Для удобства сравнения данных вместо среднегодовой нагрузки удобрениями на 1 га севооборотной площади использовали обозначения вариантов опыта с разной обеспеченностью почв подвижным фосфором: фон 1 – низкий (N_{24}), фон 2 – средний ($N_{24}P_{30}$), фон 3 – повышенный ($N_{24}P_{30} + 4,8$ т навоза).

В результате 4-летних исследований установлено, что в фазу кущения пшеницы максимум общей численности микроорганизмов азотного обмена отмечен в варианте опыта с внесением навоза – фон 3 (рис. 1). В этом варианте численность аммонификаторов (бактерий на МПА, разлагающих белки и другие азотсодержащие соединения в почве) была в 2,5 раза меньше, чем иммобилизаторов (бактерий на КАА, потребляющих минеральный азот), что указывает на высокую интенсивность протекания в почве процессов трансформации органического вещества внесенного навоза. По фонам 1 и 2 число аммонифицирующих бактерий увеличивалось и составляло от общего количества 38 и 46 % соответственно, тем самым усиливалась интенсивность разложения азотсодержащих соединений почвы с высвобождением аммиака, минеральные формы которого доступны для питания растений.

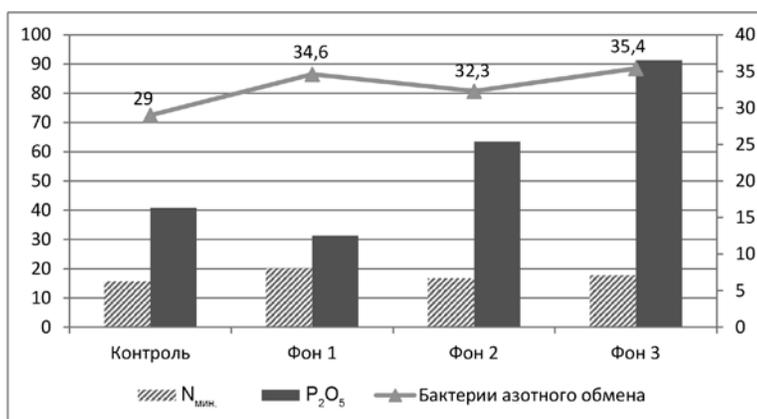


Рис. 1. Содержание в почве азота, фосфора (мг/кг почвы) и численность бактерий азотного обмена (млн КОЕ/г почвы) в фазу кущения пшеницы

К фазе выхода в трубку при почти неизменном содержании в почве минеральных форм азота и фосфора общая численность микроорганизмов азотного обмена возросла на фонах 1 и 3, что свидетельствует о повышении в этих вариантах интенсивности процессов минерализации–синтеза органического вещества почвы (рис. 2). Подтверждением этого может служить высокая зависимость содержания минерального азота от численности аммонификаторов ($r = 0,921$) и иммобилизаторов азота ($r = 0,944$).

Коэффициент минерализации (соотношение численности иммобилизаторов к численности аммонификаторов) является важным показателем и характеризует интенсивность протекания процессов трансформации органического вещества в почве. Данный коэффициент в фазу выхода в трубку по фону 3 был максимальным и составил 4,76 против 2,33 в фазу кущения, что указывает на положительную динамику активности микроорганизмов азотного обмена при длительном использовании органоминеральной системы удобрений на ранних стадиях развития растений пшеницы.

Продуктивность сельскохозяйственных культур определяется уровнем оптимизации минерального питания. Подтверждением этого служит выявленная зависимость урожайности пшеницы от агрохимических и биологических факторов, влияющих на минеральное питание. По результатам 4-летних исследований проведен корреляционно-регрессионный

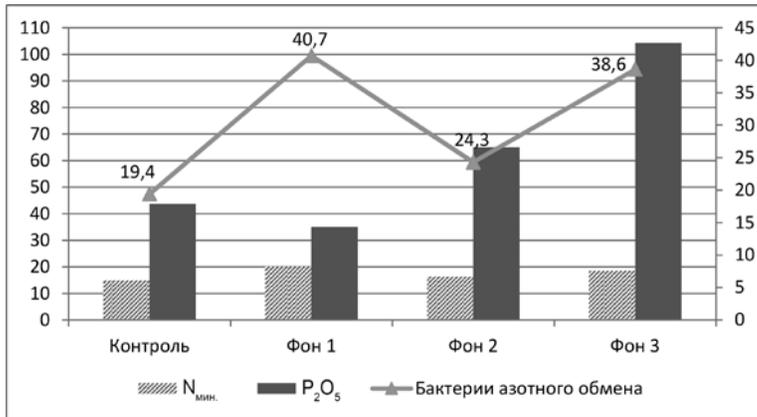


Рис. 2. Содержание в почве азота, фосфора (мг/кг почвы) и численность бактерий азотного обмена (млн КОЕ/г почвы) в фазу выхода в трубку пшеницы

анализ и получено уравнение линейной регрессии, описывающее зависимость урожайности пшеницы от содержания в почве азота, фосфора и численности микроорганизмов на МПА и КАА (см. таблицу).

Зависимость урожайности пшеницы от численности микроорганизмов и содержания в почве азота и фосфора

Фаза развития культуры	n	R	R ²	β	Уравнение регрессии
Кущение	16	0,72	0,51	$x_1 = -0,04$	$V = 22,56 - 0,05x_1 + 0,10x_2 + 0,33x_3 + 0,06x_4$
				$x_2 = 0,50$	
				$x_3 = 0,52$	
				$x_4 = 0,08$	
Выход в трубку	16	0,84	0,71	$x_1 = 0,63$	$V = 25,51 + 0,45x_1 + 0,06x_2 - 0,40x_3 - 0,12x_4$
				$x_2 = 0,37$	
				$x_3 = -0,24$	
				$x_4 = -0,44$	

Примечание. V – урожайность, т/га; x_1 – $N_{\text{мин}}$, мг/кг; x_2 – P_2O_5 , мг/кг; x_3 – аммонификаторы азота на МПА, млн КОЕ/1 г почвы; x_4 – иммобилизаторы азота на КАА, млн КОЕ/1 г почвы

Связь между урожайностью и выбранными в уравнение факторами высокая во все фазы, о чем свидетельствуют коэффициенты корреляции ($R = 0,72-0,84$). Коэффициенты детерминации (R^2) указывают, что урожайность в большей степени зависит от перечисленных факторов в фазу выхода в трубку. В фазу кущения урожайность связана в основном с количеством фосфора в почве ($\beta = 0,50$) и численностью аммонифицирующих бактерий ($\beta = 0,52$). В фазу выхода в трубку наиболее значимой является связь с азотом ($\beta = 0,63$), а также обратная связь с аммонифицирующей микрофлорой ($\beta = -0,44$), т.е. накопленный аммонификаторами в первой половине вегетации минеральный азот активно потребляется растениями и микроорганизмами-конкурентами.

Вывод

Количество в почве микроорганизмов азотного обмена в критический период развития пшеницы имеет положительную динамику, достигая своего пика в фазу выхода в трубку. Коэффициент минерализации в эту фазу по фону длительного применения

органоминеральной системы удобрения был максимальным и составил 4,76, что указывает на рост интенсивности процессов трансформации органического вещества в почве. Изменение продуктивности пшеницы на 71 % обусловлено содержанием в пахотном слое почвы минерального азота, подвижного фосфора и численностью микроорганизмов азотного обмена в фазу выхода в трубку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зинченко М.К., Стоянова Л.Г. Бактерии азотного обмена как индикаторы процессов трансформации органического вещества в агроландшафтах серой лесной почвы // Владимирский земледелец. 2015. № 2 (72). С. 8–11.
2. Лазарев В.И., Ильин Б.С., Лазарева Р.И., Золотарева И.А. Отзывчивость сельскохозяйственных культур на отдельные виды минеральных удобрений и их сочетания в длительном стационарном опыте // Агрехимия. 2017. № 2. С. 28–33.
3. Наумченко Е.Т., Банецкая Е.В. Влияние длительного применения удобрений на продуктивное использование элементов питания посевами пшеницы // Дальневост. агр. вестн. 2018. № 1 (45). С. 42–48.
4. Blair N., Faulkner R.D., Till A.R. et al. Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility. Pt I. Broadbalk experiment // Soil Tillage Res. 2006. Vol. 91. P. 30–38.
5. Rudrappa L., Purakayastha T.J., Singh D., Bhadraray S. Long-term manuring and fertilization effects on soil organic carbon pools in a Typic Haplustept of semi-arid sub-tropical India // Soil Tillage Res. 2006. Vol. 88. P. 180–192.

Н.М. ШАЛАГИНА

Влияние однолетних сидеральных культур в смешанных посевах на агрофизические свойства пахотного горизонта почвы и урожайность картофеля

Выявлено положительное влияние двухкомпонентных сидеральных смесей на агрофизические свойства почв Камчатки и урожайность картофеля. Применение рапса ярового в сочетании с овсом и викай яровой позволило повысить урожайность надземной массы и корневых и пожнивных остатков по сравнению с одновидовым посевом рапса в среднем на 70,20 %, или на 16,94 т/га по сравнению с одновидовым посевом рапса. Сочетание горчицы белой с редькой масличной способствовало увеличению биомассы по сравнению с одновидовым посевом горчицы белой на 14,82 т/га (46,9 %), общая биомасса составила 46,43 т/га. В целом смеси однолетних сидеральных культур в различных сочетаниях обеспечили накопление сырой биомассы в пахотном горизонте в объеме 33,67–57,58 т/га. Наиболее эффективной была смесь редьки масличной с викай яровой – биомасса достигала 57,58 т/га. Выявлено, что содержание азота в двухкомпонентных сидеральных смесях было больше на 12,49 кг/га (10,6 %) – 73,17 кг/га (118,5 %), чем в однокомпонентных. Наиболее высокое содержание азота отмечалась в сидеральных смесях с викай яровой. Количество фосфора в двухкомпонентных смесях было выше, чем в однокомпонентных одновидовых, на 23,89–72,84 кг/га, или на 22,42–68,36 %. Сидеральные двухкомпонентные смеси рапса ярового с овсом и викай яровой на фоне (NPK)₉₀ в прямом действии существенно увеличили урожайность картофеля: прибавка по сравнению с одновидовым посевом рапса составила 3,83 т/га (27,8 %) и 4,55 т/га (33,0 %). Двухкомпонентные сидеральные смеси улучшили физические свойства почвы (содержание макроагрегатов достигало 77,0–78,5 %, плотность – 0,66 г/см³: произошло некоторое разрыхление пахотного слоя под влиянием корневой системы сидератов).

Ключевые слова: однолетние сидеральные культуры, одновидовые, двухкомпонентные, азот, фосфор, урожайность, картофель.

Influence of annual green manure crops in mixed crops on agrophysical properties of soil plough-layer and potato yield. N.M. SHALAGINA (Kamchatka Scientific Research Institute of Agriculture, Kamchatsky Krai, Yelizovsky District, Sosnovka village).

The positive influence of two-component green manure mixtures on agrophysical soil properties in Kamchatka and on potato yield is revealed. Applying spring rape in combination with oat and spring vetch increased the productivity of aboveground mass and root-crop residues as compared to the one-species rape planting by 70.20 % on average or by 16.94 t/ha as compared to the one-species rape planting. A combination of a white mustard with an oilseed radish contributed to an increase in biomass compared to a single-wheat sowing of the white mustard by 14.82 t/ha (46.9 %), the total biomass made up 46.43 t/ha. Overall mix of annual green manure crops in various combinations provided an accumulation of raw biomass in the plough layer to 33.67–57.58 t/ha. The most effective was a mixture of an oilseed radish and a spring vetch – harvest biomass reached 57.58 t/ha. The analysis revealed that the nitrogen content in two-component green-manured mixtures was 12.49 kg/ha (10.6 %) – 73.17 kg/ha (118.5 %) more than in one-component green-manured mixtures. The highest nitrogen content was observed in green manure mixtures with a spring vetch. The amount of phosphorus in two-component mixtures was higher than in single – species crops by 23.89–72.84 kg/ha or by 22.42–68.36 %. Two-component green manure mixtures of a spring rape with an oat and a spring vetch in the background (NPK)₉₀ in a direct influence significantly increased the yield of potatoes: the increase compared to a single-rape

ШАЛАГИНА Наталья Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Камчатский край, Елизовский район, пос. Сосновка). E-mail: Khasbiullina@kamniish.ru

sowing amounted to 3.83 t/ha (27.8 %) and 4.55 t/ha (33.0 %). Two-component green manure mixtures improved the physical properties of the soil (the content of macroaggregates reached 77.0–78.5 % and the density – 0.66 g/cm³ – there was some loosening of the plow layer under the influence of the root system of green manure).

Key words: annual green manure crops, single-species, two-component, nitrogen, phosphorus, yield, potatoes.

Концепция современного земледелия предусматривает освоение мер по биологизации севооборотов, изучение биологических источников воспроизводства почвенного плодородия, использование зеленой массы многолетних и однолетних трав в качестве сидератов. При этом сидераты нужно рассматривать не только как источник биогенных элементов, но подчас в большей мере как способ, ограничивающий их непроизводительные потери из почвы и обеспечивающий более высокую усвояемость культурными растениями. Как установлено наукой и практикой, для пополнения количества органического вещества в почве наиболее эффективно применение сидеральных культур и их смесей. Необходимо создавать комплексы из разновидовых растений, обладающих в чистых посевах теми или иными достоинствами, нужен поиск альтернативных вариантов [2].

Важное значение в возмещении потерь органического вещества и накоплении его в почве принадлежит «зеленым удобрениям». Легкие охристые вулканические почвы Камчатки подвержены быстрому развитию эрозионных процессов на пашне с потерей гумуса до 40 %. Для сохранения почвенного плодородия необходимо использовать природные биологические средства с включением в севооборот сидеральных культур. Климатические условия Камчатки позволяют применять в качестве зеленого удобрения культуры, не имеющие распространения в сельскохозяйственном производстве (горчица белая, вика яровая, редька масличная, люпин узколистный, фацелия) [6, 7]. Рационально использовать сидеральные культуры не только в одновидовых посевах, но и в различных сочетаниях. Это позволяет избежать быстрой минерализации зеленой массы одних растений (капустных, бобовых) и, напротив, ускорить разложение других (соломистую часть злаковых), определить влияние сидеральных смесей на продуктивность культур севооборота и плодородие охристых вулканических почв.

Цель исследований – изучить однолетние сидеральные культуры в смешанных посевах для выявления эффективного метода улучшения и сохранения почвенного плодородия в короткоротационном севообороте и их влияние на урожайность картофеля.

Материалы и методы

Исследования проводили в 2017–2018 гг. в стационарных опытах в первом и втором полевом севообороте (сидеральный пар – картофель – картофель), на легкой по гранулометрическому составу охристой вулканической почве со средним (38,0 мг/кг) содержанием нитратного, высоким (110,0 мг/кг) – аммонийного азота, средним (54,0 мг/кг) содержанием подвижного фосфора и высоким – обменного калия (205 мг/кг); рН (солевое) 6,0. Общий азот определяли по Кьельдалю, подвижный фосфор и обменный калий – по Кирсанову, кислотность почвенного раствора – потенциметрически. Почвенные и растительные анализы выполняли на базе лаборатории агрохимических анализов института с использованием пламенного фотометра, спектрофотометра, иономера, фотокалориметра.

Площадь посевной делянки на сидератах 151,2 м², на картофеле – 25,2 м², общая площадь опыта под каждой культурой 14 608 м². Исследования проводили в двух повторениях на сидератах и в трех повторениях на картофеле. Под сидераты и картофель вносилось удобрение из расчета (NPK)₉₀ действующего вещества (в туках диаммофоска 270 кг/га, мочевины 127 кг/га). Полевые и лабораторно-аналитические исследования почв и растений выполняли согласно известным методикам [1, 3–5]. Схемы опытов представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Урожайность однолетних сидеральных культур в первом поле севооборота
(среднее по двум закладкам), т/га**

Вариант опыта	Сырая биомасса		Всего	Сухое вещество		Всего
	надземная	корнепоживная		надземное	корнепоживное	
Рапс яровой 12 кг/га	19,0	5,13	24,13	4,74	1,53	6,27
Рапс яровой 6 кг/га + овес 90 кг/га	35,0	6,12	41,12	6,93	1,77	8,70
Рапс яровой 6 кг/га + вика яровая 90 кг/га	34,1	6,92	41,02	5,92	1,14	7,06
Горчица белая 18 кг/га	26,0	5,61	31,61	5,33	1,90	7,23
Горчица белая 9 кг/га + овес 90 кг/га	27,5	6,17	33,67	6,46	1,30	7,76
Горчица белая 9 кг/га + вика яровая 90 кг/га	28,8	6,06	34,86	6,30	1,09	7,39
Горчица белая 9 кг/га + редька масличная 10 кг/га	38,5	7,93	46,43	5,56	2,94	8,50
Редька масличная 20 кг/га	38,0	10,74	48,74	5,44	1,76	7,20
Редька масличная 10 кг/га + вика яровая 90 кг/га	46,3	11,28	57,58	6,24	1,70	7,94

Таблица 2

Содержание питательных веществ в корнепоживных остатках сидеральных культур

Вариант опыта	Урожайность корнепоживной массы (сухое вещество), т/га	Содержание в сухом веществе, %		Поступление с корнепоживной массой, кг/га		Всего поступило, кг/га	
		N	P	N	P	N	P
		Рапс яровой	1,53	1,01	1,95	15,45	29,83
Рапс яровой + овес	1,77	0,79	1,85	13,98	32,74	103,99	102,04
Рапс яровой + вика яровая	1,14	1,25	1,60	14,25	18,25	128,50	95,20
Горчица белая	1,90	0,84	1,40	15,96	26,60	118,29	106,55
Горчица белая + овес	1,30	2,01	1,40	26,13	18,20	130,78	105,41
Горчица белая + вика яровая	1,09	1,71	1,43	18,64	15,59	145,90	179,39
Горчица белая + редька масличная	2,94	0,84	1,60	24,69	47,04	74,17	130,44
Редька масличная	1,76	0,82	1,90	14,43	33,44	61,76	170,24
Редька масличная + вика яровая	1,70	1,22	2,10	20,74	35,70	134,93	210,42

Результаты исследований

Из данных табл. 1 видно, что сырая биомасса (надземная часть + корнепоживные остатки) двухкомпонентных смесей «рапс яровой + овес» и «рапс яровой + вика яровая» превысила одновидовой посев рапса на 16,99 и 16,89 т/га (70,41 и 16,99 % соответственно). По содержанию сухого вещества увеличение составило 2,43 (38,76 %) и 0,79 т/га (12,59 %).

Двухкомпонентные смеси горчицы белой с овсом и викой яровой по урожайности сырой биомассы были эффективнее одновидового посева горчицы соответственно на 2,06 (6,52 %) и 3,25 т/га (10,28 %), сочетание горчицы белой с редькой масличной способствовало увеличению биомассы на 14,82 т/га (46,88 %). По содержанию сухого вещества превышение в биомассе данных смесей по сравнению с чистым посевом горчицы составило соответственно 0,53 т/га (7,33 %), 0,16 т/га (2,21 %) и 1,27 т/га (17,57 %). Применение двухкомпонентной смеси редьки масличной и вика яровой по урожайности биомассы было эффективней чистого посева редьки масличной на 8,85 т/га (18,14%), по количеству сухой массы прибавка составила 0,74 т/га (10,28 %). При анализе содержания питательных

веществ в сидератах нами отмечено, что в почву с биомассой поступило азота больше с сидеральными смесями: рапс + овес и рапс + вика яровая соответственно на 31,19 и 55,70 кг/га, или на 42,84 и 76,51%, при 72,80 кг/га на рапсе яровом (табл. 2, 3). Сидеральные смеси горчицы белой с овсом и викой яровой по содержанию азота в биомассе также превысили одновидовой посев горчицы на 12,49 кг/га (10,56 %) и 27,61 кг/га (23,34 %) соответственно. Наибольшее увеличение количества азота в наших исследованиях отмечалось в случае использования смеси редьки масличной с викой яровой – на 73,17 кг/га (118,47 %) выше, чем при чистом посеве редьки масличной. Наибольшее содержание азота выявлено в сидеральных смесях с викой яровой.

Таблица 3

Содержание питательных веществ в однолетних сидеральных культурах

Вариант опыта	Урожайность, т/га		Содержание в сухом веществе, %		Поступление в почву с зеленой массой, кг/га	
	зеленая масса	сухое вещество	N	P	N	P
Рапс яровой	19,00	4,74	1,21	1,70	57,33	80,58
Рапс яровой + овес	35,00	6,93	1,30	1,00	90,00	69,30
Рапс яровой + вика яровая	34,10	5,92	1,93	1,30	114,25	76,96
Горчица белая	26,00	5,33	1,92	1,50	102,33	79,95
Горчица белая + овес	27,50	6,46	1,62	1,35	104,65	87,21
Горчица белая + вика яровая	28,80	6,30	2,02	2,60	127,26	163,80
Горчица белая + редька масличная	38,50	5,56	0,89	1,50	49,48	83,40
Редька масличная	38,00	5,44	0,87	1,90	47,33	103,36
Редька масличная + вика яровая	46,30	6,24	1,83	2,80	114,19	174,72

Количество фосфора, поступившего с сидеральной массой в почву, было выше при использовании двухкомпонентных смесей: горчица белая + вика яровая и горчица белая + редька масличная; превышение по сравнению с одновидовым посевом горчицы составило соответственно 72,84 кг/га (68,36 %) и 23,89 кг/га (22,42 %). В смеси редьки масличной с викой яровой количество фосфора составило 210,42 кг/га, что выше, чем в чистом посеве редьки масличной, на 40,18 кг/га (23,60 %). Применение различных смесей однолетних сидеральных культур в комплексе с удобрением в дозе (NPK)₉₀ в прямом действии увеличивало урожайность картофеля: двухкомпонентные смеси рапса ярового с овсом и викой яровой в сравнении с однокомпонентным посевом рапса дали достоверную прибавку

Таблица 4

Влияние смесей сидеральных культур на урожайность картофеля, т/га

Вариант опыта	(NPK) ₉₀	Разница по сравнению с одновидовыми посевами
Рапс яровой	13,76	–
Рапс яровой + овес	17,59	+3,83
Рапс яровой + вика яровая	18,31	+4,55
Горчица белая	15,70	–
Горчица белая + овес	15,60	–0,1
Горчица белая + вика яровая	17,58	+1,88
Горчица белая + редька масличная	17,13	+1,43
Редька масличная	16,34	–
Редька масличная + вика яровая	18,58	+2,24
НСР ₀₅	3,55	

Примечание. Здесь и в табл. 5 прочерк – в качестве контроля взяты одновидовые посева.

Плотность сложения почвы в посевах сидеральных культур в различных слоях, г/см³

Вариант опыта	0–5 см	6–10 см	11–15 см	Средняя величина в слое 0–5 см	Разница по сравнению с одновидовыми посевами
Рапс яровой	0,66	0,64	0,69	0,66	–
Рапс яровой + овес	0,59	0,60	0,60	0,60	–0,06
Рапс яровой + вика яровая	0,56	0,63	0,63	0,60	–0,06
Горчица белая	0,66	0,66	0,86	0,72	–
Горчица белая + овес	0,69	0,75	0,90	0,78	+ 0,06
Горчица белая + вика яровая	0,58	0,63	0,66	0,62	–0,10
Горчица белая + редька масличная	0,66	0,73	0,73	0,70	–0,02
Редька масличная	0,73	0,73	0,83	0,76	–
Редька масличная + вика яровая	0,67	0,67	0,69	0,68	–0,08

урожая картофеля на 27,83 и 33,06 % соответственно (табл. 4). Двухкомпонентные смеси горчицы белой с викой яровой и редькой масличной, а также редьки масличной с викой яровой увеличили урожайность картофеля по сравнению с одновидовыми посевами соответственно на 11,98; 9,10 и 13,70 %.

Известно, что плотность сложения почвы определяет доступность влаги, воздуха и элементов питания (азота, фосфора и калия) при возделывании культуры. Сидеральные культуры благоприятствовали улучшению физических свойств пахотного слоя почвы. Из данных табл. 5 видно, что плотность сложения почвы в слое 0–15 см при использовании двухкомпонентных смесей (рапс яровой + овес и рапс яровой + вика яровая) была на 9,10 % ниже, чем при одновидовых посевах. Отмечалось некоторое уплотнение почвы (на 8,33 %) по сравнению с одновидовым посевом горчицы в варианте горчица + овес.

Использование в двухкомпонентных сидеральных смесях горчицы белой с викой яровой и редькой масличной способствовало в среднем снижению плотности почвы по сравнению с одновидовыми посевами горчицы и редьки масличной соответственно на 16,13 и 2,86 %. Таким образом, корневая система сидеральных смесей способствовала разрыхлению пахотного слоя почвы, что было оптимальным для роста и развития картофеля. Наметилась тенденция некоторого уплотнения почвы с увеличением глубины пахотного слоя. Наблюдался хороший структурный состав почвы в посевах сидеральных культур: содержание макроагрегатов размером 0,5–7,0 мм составляло по вариантам опыта в среднем 77,0–78,5 %.

Заключение

В результате исследований отмечено увеличение биомассы двухкомпонентных сидеральных смесей на 6,52–70,41 % и 2,21 – 76,51 % по сравнению с одновидовыми посевами. По содержанию сухого вещества наиболее эффективны смеси рапса ярового с овсом и горчицы белой с редькой масличной, превышение над однокомпонентными посевами составило 38,76 и 17,57 % соответственно. Количество азота в биомассе двухкомпонентных сидеральных смесей превысило его содержание в одновидовых посевах на 12,49–73,17 кг/га, в среднем на 64,50 %; преимущество отмечалось при использовании смеси редьки масличной с викой яровой. Количество фосфора в двухкомпонентных сидеральных смесях было на 22,42–68,36 % выше, чем в однокомпонентных посевах. В посевах сидератов улучшились физические свойства почвы (структурное состояние и плотность) вследствие разрыхления почвы под действием корневой системы сидератов.

Таким образом, результаты исследований подтверждают эффективность использования двухкомпонентных сидеральных смесей в различных сочетаниях по сравнению с одновидовыми посевами как по урожайности, так и по накоплению питательных веществ

(азота и фосфора) в биомассе. Сидеральные смеси в комплексе с удобрением $(NPK)_{90}$ в прямом действии способствовали повышению урожайности картофеля на 9,10–33,06 % по сравнению с одновидовыми посевами. Запашка сидератов позволила снизить дозу удобрений под картофель с $(NPK)_{120}$ до $(NPK)_{90}$.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 656 с.
2. Беляк В.Б. Эффективность сидеральных смесей // Земледелие. 2008. № 4. С. 28–29.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.
4. Доспехов Б.А. Практикум по земледелию. М.: Колос, 1977. 315 с.
5. Петухова Е.А. Зоотехнический анализ кормов. М.: Колос, 1981. 280 с.
6. Ряховская Н.И., Шалагина Н.М., Шиян В.И. и др. Система земледелия Камчатского края. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. 65 с.
7. Шалагина Н.М., Ряховская Н.И. Применение сидеральных культур и органоминеральных удобрений в севообороте – эффективный способ повышения плодородия охристых вулканических почв Камчатки // Плодородие. 2018. № 2. С. 46–48.

Н.Г. ЛУКАЧЕВА, А.В. КОСТЮК

Формирование резистентности к гербициду Сегмент в популяциях ежовников *Echinochloa*

Обсуждаются причины усиления засоренности рисовых полей растениями рода *Echinochloa* и тенденции их распространения в посевах. Представлены результаты исследований 2010–2018 гг. на опытной базе Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений в условиях вегетационного домика. Отмечено, что на рисовых полях Приморского края зарегистрированы биотипы ежовников, устойчивые к гербициду Сегмент (д.в. азимсульфурон, 500 г/кг). Доказано, что устойчивость ежовников к препарату Сегмент является перекрестной и развивается у биотипов с ранее выработанной резистентностью к гербициду Фацет. Показана необходимость мониторинга чувствительности сорняков не только к широко применяемым, но и к внедряемым в практику новым гербицидам.

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

The development of resistance to the herbicide Segment in the populations of barnyard grass *Echinochloa*.
N.G. LUKACHEVA, A.V. KOSTYUK (Far Eastern Research Institute of Plant Protection, Primorsky Krai, Kamen-Rybolov village).

The article discusses the reasons for the increase in the infestation of rice fields with *Echinochloa* plants and trends to spread in crops. The results of studies conducted in 2010–2018 on the experimental basis of the Far Eastern Research Institute of Plant Protection in a growing house are presented. It was noted that in the rice fields of Primorsky Krai were the biotypes of barnyard grass resistant to the herbicide Segment (D.V. azimsulfuron, 500 g/kg). It is proved that the resistance of barnyard grass to the drug segment is a cross that occurs in biotypes with previously developed resistance to the herbicide Facet. The current situation indicates the need to monitor the sensitivity of weeds not only to widely used, but also to new herbicides put into practice.

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

Рис – важнейшая зерновая культура, по площади посева и валовым сборам зерна занимающая второе после пшеницы место в мировом земледелии [4]. В Дальневосточном регионе рисоводство сосредоточено в Приморском крае, в Приханкайской низменности. Перспективность развития рисосеяния здесь обусловлена наличием водных ресурсов и созданных еще во времена СССР рисовых систем на площади 60 тыс. га [5]. Посевы риса в 2018 г. по сравнению с 1990 г. сократились более чем на 70 % и составили 16,5 тыс. га. Серьезным препятствием в получении высоких урожаев риса и поддержании экологии агроэкосистем является сильная засоренность рисовых полей. К наиболее вредоносным и часто встречающимся сорнякам относятся ежовники (*Echinochloa*) семейства мятликовые (Poaceae).

Одним из важных приемов повышения урожайности сельскохозяйственных культур является регламентированная борьба с сорняками с использованием химического метода,

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

*E-mail: dalniizr@mail.ru

основанного на применении гербицидов [13]. Однако широкое применение некоторых гербицидных препаратов нового поколения вопреки нормативам и научно обоснованным оптимальным технологиям недопустимо из-за слишком высокой их фитотоксичности [2]. Известно, что многократная обработка узкоизбирательными гербицидами способствует появлению резистентных видов сорняков, что в последующих посевах требует повышенных норм применения этих препаратов, небезопасных для окружающей среды [14].

Первые сообщения о развитии устойчивости сорных растений к триазинам появились в 1968 г. К началу 1990-х годов было зафиксировано уже 120 биотипов сорных растений, устойчивых к этой, а также к 15 другим группам гербицидов [16].

Международная группа ученых по изучению сорных растений из 60 стран, обобщив данные за 1995–1999 гг., выявила 222 биотипа сорняков, устойчивых к гербицидам в 45 странах [7]. К 2003 г. количество видов сорняков с генетически обусловленной устойчивостью к гербицидам выросло до 287, из них 102 вида двудольных и 70 однодольных [12]. По данным на июль 2005 г., всего в мире насчитывалось 297 устойчивых биотипов растений из 59 стран [1]. В настоящее время зафиксировано 462 резистентных биотипа, зарегистрировано 86 культур гербицидоустойчивых сорняков из 66 стран [15].

В таких странах, как США (Калифорния), Япония, Южная Корея, Таиланд, на рисовых полях отмечены резистентные биотипы ежовника обыкновенного, устойчивые к ингибиторам ацетолатаксинытазы, карбоксилазы и ингибиторам фотосинтеза. Во Франции, Южной Корее и США выявлен также ежовник бородчатый (*E. phyllopon*), обладающий устойчивостью к тем же гербицидам [17].

Особого внимания заслуживает тот факт, что за последние 15 лет регулярно публикуются сведения о регистрации на рисовых полях разных стран мира растений *Cyperus difformis*, устойчивых к гербицидам, широко применяемым российскими рисоводами – Номини, Нарис, Лондакс, Аризон, Сегмент (Гулливер), Цитадель [6].

К сожалению, об устойчивых биотипах мятликовых сорняков в России мало известно, но это объясняется слабой изученностью проблемы, а не ее отсутствием [8].

Ранее нами были изучены вопросы возникновения устойчивости ежовников к Фацету (д.в. квинклолак) в посевах риса. Было показано развитие устойчивости при увеличении количества обработок в биотипах трех видов ежовника (обыкновенного, спирального и бородчатого) в рисоводческих хозяйствах Приморского края. Установлено, что в последующих посевах выбор гербицида с другим механизмом действия снижает устойчивость к квинклолаку. Данный прием был предложен в качестве основного при разработке анти-резистентной стратегии [9, 10].

Последние 4 года специалисты по выращиванию риса отмечают, что практически все посевные площади в Приморском крае засорены устойчивыми формами ежовников. При этом для борьбы с сорняками применяются четыре гербицида однотипного механизма действия – Нарис, Номини, Цитадель и Сегмент, в то же время противозлаковые гербициды иного механизма действия не используются.

Цель исследований – оценить результаты многолетнего использования гербицида Сегмент, ВДГ (д.в. азимсульфурон, 500 г/кг, производитель – Дюпон де Немур Интернэшнл) и его роль в развитии резистентности у ежовников, произрастающих в основных рисосеющих хозяйствах Приморского края.

Материалы и методика исследований

Для выяснения причин снижения эффективности и фиксирования факта возникновения резистентности при многолетнем применении гербицида Сегмент в рисоводческих хозяйствах Приморского края нами в 2010–2018 гг. были проведены исследования в условиях вегетационного домика на базе Дальневосточного научно-исследовательского института защиты растений. Исследования выполняли с использованием методик Б.А. Доспехова [3] и Ю.Я. Спиридонова с соавторами [13].

Самый доступный метод – изучение разных доз гербицидов в вегетационных условиях (биологический тест). Семена устойчивых популяций *Echinochloa* (L.) Beauv. (ежовник обыкновенный), *E. occidentalis* (Wiegand) Rybd. (ежовник западный, или спиральный) и *E. phyllopogon* (Stapf.) Kossenko (ежовник бородчатый) собраны на участках, которые много лет обрабатывались препаратом Сегмент в подопытных хозяйствах Приморского края, относящихся к двум почвенно-климатическим зонам: степной (ООО «АгроДэсун-Ханка», ООО «Сатурн» в Ханкайском районе; СХПК «Луговое», ООО «Девичанское», ООО «Петровичанское» в Хорольском районе; ООО «Смена» в Черниговском районе) и лесостепной (ЗАО «Новосельское» в Спасском районе и ООО «АгроСанГСэнт» в Ануцинском районе) [11]. Семена чувствительных (природных, эталонных) популяций были взяты с участков, где гербицид никогда ранее не применяли.

Для определения степени устойчивости видов ежовников к гербициду лугово-глебовую почву, просеянную через сито с ячейками 5 мм, набивали в пластмассовые стаканчики емкостью 300 г. Предварительно пророщенные семена высаживали в стаканчики. Почву увлажняли до 60–70 % полевой влагоемкости. Повторность опытов 5-кратная. Одновременно по той же схеме закладывали семена чистых (природных) популяций, которые в опытах были использованы как эталоны для сравнения. При достижении растениями фазы 2–3 листьев проводили обработку гербицидом Сегмент в дозах 0 (контроль), 0,025, 0,03, 0,04 и 0,05 кг/га. К препарату Сегмент добавляли поверхностно-активное вещество Тренд-90 в дозе 0,2 л/га. Обработку осуществляли с помощью изготовленного во Всероссийском научно-исследовательском институте фитопатологии лабораторного опрыскивателя ОЛ-5. На следующие сутки после нанесения раствора гербицида стаканчики с почвой заливали слоем воды 1,0–1,5 см, который поддерживали до окончания опыта.

Степень устойчивости популяций ежовников к препарату оценивали по показателю снижения сырой массы растений в процентах к безгербицидному контролю и эталону. Цифровой материал обрабатывали математически по Б.А. Доспехову [3]. По данным регрессионного анализа «эффект–доза» определяли $СД_{50}$ (количество препарата, снижающее массу растений на 50 %) для обладающих и не обладающих устойчивостью видов, а также рассчитывали показатель резистентности – ПР (отношение $СД_{50}R$ устойчивого вида к $СД_{50}S$ чувствительного вида).

Опыт по определению степени накопления устойчивости биотипов сорняков рода *Echinochloa* к гербициду Сегмент проводили в больших вазонах (емкость 3 кг), и одновременно такой же опыт закладывали в пластмассовых стаканчиках емкостью 300 г. Через 3 недели после обработки вегетирующие растения (опыт в стаканчиках) срезали, взвешивали и рассчитывали $СД_{50}$ и ПР. В больших вазонах уцелевшие после обработки растения ежовников выращивали до полного созревания семян. Осенью семена собирали отдельно с каждого варианта и хранили для дальнейшей работы в следующем году.

Обсуждение результатов

В результате ежегодных обследований рисовых полей Приморского края на площади 2–3 тыс. га со сбором семян с уцелевших после обработки гербицидами растений ежовников было определено, что в первые четыре года применения гербицида Сегмент виды ежовников не отличались повышенной устойчивостью к препарату и показатель резистентности был ниже или равен 4 (уровень толерантности).

Признаки приобретенной резистентности появились на пятый год применения препарата, и в дальнейшем с каждым годом доля биотипов ежовников, устойчивых к гербициду Сегмент, резко увеличивалась (рис. 1).

Сравнительный эксперимент с нативными (чистыми) семенами ежовников и семенами устойчивых форм убедительно свидетельствует о накоплении у растений резистентности к гербициду Сегмент. В 2018 г. ПР ежовников к гербициду превысил уровень толерантности почти в 13 раз.

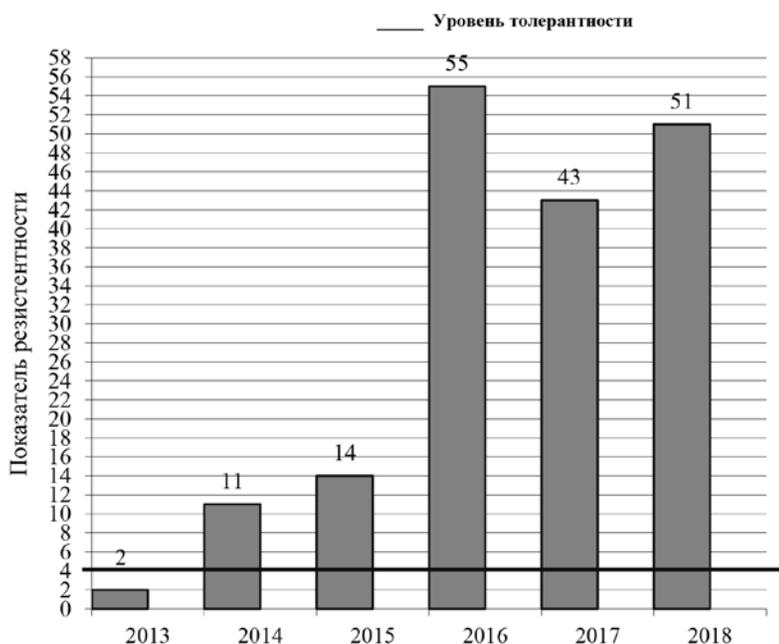


Рис. 1. Резистентность ежовников к гербициду Сегмент в посевах риса в Приморском крае, 2013–2018 гг.

Результаты исследований показали, что снижение гербицидной активности препарата Сегмент и достаточно большое накопление резистентных биотипов ежовников наблюдалось именно в тех хозяйствах, где отмечалось большое количество устойчивых форм ежовников к ранее применявшемуся гербициду Фацет. Следовательно, можно предположить наличие перекрестной резистентности к гербициду Сегмент, так как семена ежовников были собраны в тех хозяйствах, где изучаемые формы уже несли в себе гены устойчивости к гербициду Фацет.

Самый высокий показатель резистентности во всех районах Приморского края наблюдался у форм *E. crusgalli* (61). У *E. phyllopogon* и *E. occidentalis* он составил 43 и 23 соответственно (рис. 2).

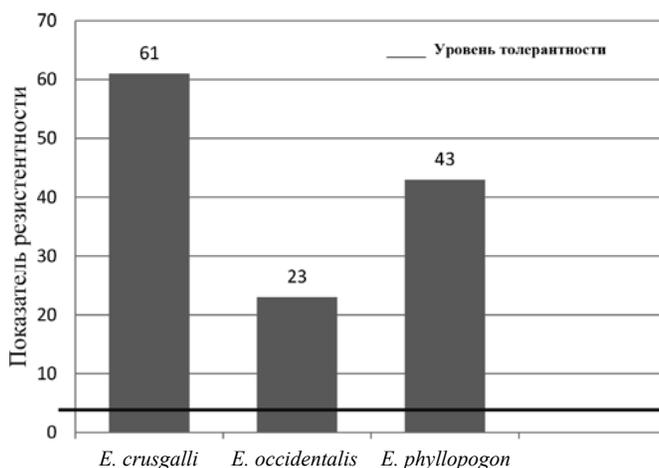


Рис. 2. Уровень резистентности популяций *Echinochloa* к гербициду Сегмент (ДВНИИЗР, Приморский край, среднее за 2013–2018 гг.)

Четкая картина в накоплении устойчивости для *E. crusgalli* прослеживалась в следующих хозяйствах: ООО «АгроДэсун-Ханка», ПР = 500 (2018 г.), СХПК «Луговое», ПР = 429 (2016 г.), ООО «Петровичанское», ПР = 262 (2018 г.), для *E. phyllopogon* показатель резистентности, равный 500 (2017 г.), наблюдался в ООО «Сатурн».

В результате опытов 2013–2018 гг. выявлено, что с каждым годом резистентность указанных трех видов сорняков к гербициду Сегмент возрастает.

Для определения момента, с которого начинает формироваться резистентность, нами в 2010 г. были заложены многолетние опыты в больших вазонах с чистыми (нативными) семенами, которые никогда ранее не подвергались действию препаратов. До 2016 г. растения ежегодно обрабатывались гербицидом Сегмент. При этом снижения биологической эффективности препарата не наблюдалось, следовательно, накопления устойчивости растений к гербициду не происходило. Показатель резистентности находился в пределах от 0,5 до 1, т.е. был ниже уровня толерантности.

В 2016 г. вместо «чистых» семян были взяты семена резистентных форм ежовников, которые несли в себе гены устойчивости к гербициду Фацет. Выявлено, что существует реальная опасность развития резистентных популяций. Накопление устойчивости было отмечено у всех изучаемых биотипов: у *E. crusgalli* ПР составлял 16, у *E. occidentalis* – 15, у *E. phyllopogon* – 22 (рис. 3). В 2017 г. количество резистентных форм увеличилось и

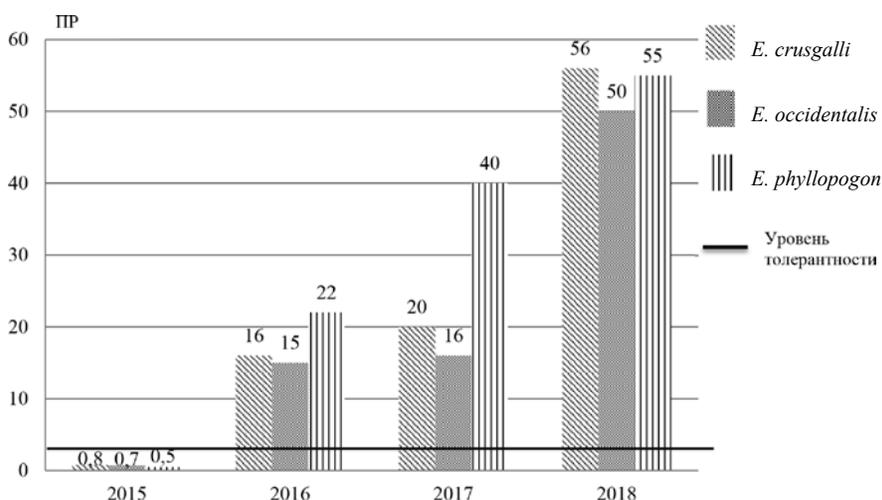


Рис. 3. Нарастание устойчивости к гербициду Сегмент биотипами *Echinochloa*, 2015–2018 гг.

ПР вырос до 20, 16 и 40 соответственно. В 2018 г. наступил период быстрого накопления устойчивости растений к гербициду Сегмент. Для преодоления этой устойчивости можно было бы предложить чередование препаратов с разными механизмом действия и спектром активности. Однако эта рекомендация по причине отсутствия зарегистрированных в России гербицидов с другим механизмом действия пока не может быть реализована в борьбе с резистентными формами ежовников.

Выводы

Таким образом, анализ обобщенных данных за 2010–2018 гг. показал, что накопление устойчивости у ежовников *Echinochloa* к гербициду Сегмент на рисовых полях Приморского края 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

Сегмент является перекрестной, развивающейся у биотипов, исходно устойчивых к Фацету. Следовательно, доминирование в агроценозах резистентных биотипов сорняков исключает возможность оптимизировать фитосанитарную обстановку с помощью только химического метода. Необходима многовариантная тактика контроля.

Учитывая все обстоятельства, можно предложить следующие рекомендации по снижению риска возникновения устойчивости ежовников к гербициду Сегмент:

- тщательная очистка семян, использование только сертифицированного семенного материала;
- соблюдение севооборота (выращивание риса по рису не более 3 лет, исключение из севооборота наиболее засоренных полей);
- внесение гербицидов строго по нормам и поддержание достаточного слоя воды после обработки для усиления эффективности действия препарата;
- планировка рисовых чеков;
- использование баковых смесей гербицидов с разным механизмом действия;
- обеспечение химического разнообразия при использовании препаратов (необходимо практиковать чередование препаратов разных классов, различающихся механизмом их действия);
- тщательный мониторинг резистентности с учетом этапов ее формирования и информирование о его результатах специалистов хозяйств.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грапов А.Ф. Международный конгресс «Наука и технологии урожая 2005» // *Агрохимия*. 2006. № 6. С. 88–92.
2. Гулидов А.М. О последствии гербицидов // *Защита и карантин растений*. 2003. № 2. С. 25–26.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1973. 336 с.
4. Захаренко В.А. Гербициды. М.: Агропромиздат, 1990. 240 с.
5. Захаренко В.А. Состояние и перспективы развития практической защиты посевов от сорняков, ее научного обеспечения // Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы III Междунар. науч.-произв. совещ. Голицыно, 20–21 июля 2005 г. Голицыно, 2005. С. 458–462.
6. Зеленская О.В., Швыдкая Н.В., Москвитин С.А., Сергеева А.С. Сорные растения рода *Cyperus* L. на рисовых полях Краснодарского края // *Рисоводство*. 2018. № 29 (39). С. 58–64.
7. Кончакивская Т.М. Потенциал защиты растений далеко не исчерпан // *Защита и карантин растений*. 2011. № 12. С. 8–12.
8. Кулагин О.В. Устойчивость однолетних мятликовых сорняков к гербицидам // *Защита и карантин растений*. 2012. № 11. С. 12–15.
9. Лукачева Н.Г., Костюк А.В. Резистентность ежовников в посевах риса в условиях юга Дальнего Востока // Фитосанитарная безопасность агроэкосистем: материалы Междунар. науч. конф. Новосибирск, 7–9 июля 2010 г. Новосибирск, 2010. С. 152–155.
10. Лукачева Н.Г., Костюк А.В. Резистентность ежовников в посевах риса и пути ее преодоления // Проблемы экологии агроэкосистем, пути и методы их решения: материалы Всерос. науч. конф. Новосибирск, 3 дек. 2009 г. Новосибирск, 2009. С. 70–73.
11. Пробатова Н.С. Сем. Мятликовые // *Сосудистые растения Советского Дальнего Востока: в 8 т. / под ред. С.С. Харкевича*. Л.: Наука, 1985. Т. 1. С. 89–382.
12. Рославцева С.А. X Всероссийское совещание по резистентности вредных организмов к пестицидам // *Агрохимия*. 2006. № 5. С. 90–92.
13. Спиридонов Ю.Я., Ларина Г.Е., Шестаков В.Г. Методическое руководство по изучению гербицидов, применяемых в растениеводстве. Голицыно: ВНИИФ РАСХН, 2004. 240 с.
14. Спиридонов Ю.Я., Шестаков В.Г. Организационно-методические и научные основы оптимизации химического способа борьбы с сорняками в исследованиях ВНИИФ // Научно обоснованные системы применения гербицидов для борьбы с сорняками в практике растениеводства: материалы III Междунар. науч.-произв. совещ. Голицыно, 20–21 июля 2005 г. Голицыно: ВНИИФ РАСХН, 2005. С. 21–41.
15. Heap I. The International Survey of Herbicide Resistant Weeds. – www.weedscience.org
16. Stephenson G.R., Dykstra M.D., McLaren R.D., Hamill A.S. Agronomic practices influencing triazine-resistant weed distribution in Ontario // *Weed Technol.* 1990. Vol. 4. P. 199–207.
17. Zemanek J., Mikulka J. Citlivosti laskavce vuci herbicidum // *Sbor. UVTIZ – Ochr. Rostl.* 1983. P. 153–160.

В.В. БЕРЕЖНАЯ, А.Г. КЛЫКОВ, М.Л. СИДОРЕНКО,
А.Н. БЫКОВСКАЯ, П.М. БОГДАН

Влияние бактериальных комплексов на урожайность яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.)

*Изучено влияние бактериальных комплексов, состоящих из азотфиксирующих, фосфат- и калийсололюбилизирующих микроорганизмов, на урожайность яровой пшеницы. В результате был получен эффект предпосевной обработки семян азотфиксирующими совместно с калийсололюбилизирующими микроорганизмами: прибавка урожайности относительно контроля составила 0,5 т/га, повысилась полевая всхожесть. Обработанные семена перед посевом и растения по всходам оказались более устойчивыми к поражению вредоносными заболеваниями – бурой ржавчиной (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. ex Desm.), септориозом (*Septoria graminum* Desm.) и фузариозом (*Fusarium graminearum* Schwabe). Увеличилась численность азотфиксирующих, калий- и фосфатсололюбилизирующих бактерий в почве в фазу восковой спелости зерна.*

Ключевые слова: яровая пшеница, бактериальные препараты, урожайность, бурая ржавчина, септориоз, фузариоз, микроорганизмы.

Effect of the bacterial complexes upon the yield of spring wheat (*Triticum aestivum* L.). V.V. BEREZHNYAYA, A.G. KLYKOV (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Krai, Timiryazevsky village), M.L. SIDORENKO, A.N. BYKOVSKAYA (Federal Scientific Center of Biodiversity, FEB RAS, Vladivostok), P.M. BOGDAN (Federal Scientific Center of Agrobiotechnology in the Far East named after A.K. Chaika, Primorsky Krai, Timiryazevsky village).

*The effect of bacterial complexes consisting of nitrogen-fixing, phosphate-solubilizing and potassium-solubilizing microorganisms upon yield of spring wheat was studied. As a result of the research, the effect with the pre-sowing treatment of seeds using nitrogen-fixing together with potassium-solubilizing microorganisms was obtained, where the yield increase relatively to the control was 0.5 t/ha, the field germination increased. The seeds treated before sowing and plants on shoots were the most resistant to harmful diseases – brown rust (*Pucciniarecondita* f. sp. *tritici* Rob. ex Desm.) and Septoria disease (*Septoria graminum* Desm.), as well as Fusarium disease (*Fusarium graminearum* Schwabe). The number of nitrogen-fixing, potassium-solubilizing and phosphate-solubilizing bacteria in the soil in the phase of wax ripeness of grain increased.*

Key words: spring wheat, bacterial preparations, yield, brown rust, Septoria disease, Fusarium disease, microorganisms.

*БЕРЕЖНАЯ Виктория Васильевна – аспирант, КЛЫКОВ Алексей Григорьевич – доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, заведующий отделом (Федеральный научный центр агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Приморский край, пос. Тимирязевский), СИДОРЕНКО Марина Леонидовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, БЫКОВСКАЯ Анастасия Николаевна – младший научный сотрудник (Федеральный научный центр Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток), БОГДАН Полина Михайловна – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник (Федеральный научный центр агrobiотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Приморский край, пос. Тимирязевский). *E-mail: bereg911@mail.ru

Введение

Удобрения – важный компонент современного сельского хозяйства, поскольку они обеспечивают растения необходимыми элементами питания [12]. Однако неконтролируемое применение минеральных удобрений ведет к загрязнению окружающей среды вредными химическими веществами. Они накапливаются в почве и грунтовых водах, отрицательно влияют на состояние микробного сообщества почвы, вызывают потерю органического вещества, нарушают круговорот азота, что способствует накоплению его в нитратной и нитритной формах в кормах и продуктах питания. Несомненно, все это негативно влияет на будущий урожай [2, 27].

Как альтернативу химизации сельского хозяйства можно рассматривать естественные, биологические, технологии. В этом отношении перспективно использование бактериальных удобрений [13, 25]. Они содержат монокультуру или комплекс живых клеток микроорганизмов, отобраных по полезным свойствам, которые способствуют накоплению в почве элементов питания, стимулируют рост и развитие растений, обладают антагонистической активностью по отношению к фитопатогенам, повышают стрессовую устойчивость культур к неблагоприятным условиям [6, 7, 22].

Интерес к практическому использованию микроорганизмов в сельском хозяйстве возник с самого начала развития микробиологии [17]. С конца XIX в. известен полезный эффект от применения клубеньковых бактерий при выращивании бобовых культур [10]. Исследователей волновал вопрос, можно ли найти похожие системы применения почвообитающих микроорганизмов у небобовых культур, составляющих большинство культурных растений. Многочисленные полевые опыты и широкие производственные испытания на различных сельскохозяйственных культурах показали высокую эффективность бактериальных препаратов на основе *Bacillus* и *Azotobacter*. Установлено достоверное увеличение урожая зерна яровой пшеницы на 15–33 %, ярового ячменя на 15–24 % и кукурузы на 13–22 % [21].

В последние годы расширяется применение препаратов биологического происхождения, с помощью которых удастся не только наращивать производство экологически чистых продуктов питания, но и снижать химическую нагрузку на почву [18]. Известно немало бактериальных препаратов на основе почвенных микроорганизмов (флавобактерин, ризоэнтерин, агрофил, ризоагрин, азотобактерин, ризобактерин, экстрасол и др.), оказывающих положительный эффект на продуктивность растений [26]. Однако их эффективность имеет неустойчивый характер, так как активность интродуцированных препаратов сильно зависит от факторов окружающей среды [1, 16, 20, 24, 28].

Цель исследований – изучить влияние бактериальных комплексов, состоящих из азотфиксирующих, фосфат- и калийсолубилизирующих микроорганизмов, на урожайность яровой пшеницы в условиях Приморского края.

Объекты и методы

Исследования выполнялись в Федеральном научном центре (ФНЦ) агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки (г. Уссурийск, пос. Тимирязевский) и Федеральном научном центре Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН (г. Владивосток).

В качестве объекта исследований взят районированный сорт яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Приморская 39. В работе использовали бактериальные штаммы a1, c2, ф6, ф19, полученные из коллекции микроорганизмов ФНЦ Биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН. Штамм a1 – микроорганизмы, фиксирующие азот в почве (азотфиксаторы). Штамм c2 – калийсолубилизирующие микроорганизмы, способные растворять силикатные минералы и высвободить из них соединения калия. Штаммы ф6

и ф19 – фосфатсолубилизирующие микроорганизмы, участвующие в минерализации органических фосфорных соединений и переводящие их в доступную для растений форму. Микроорганизмы представлены в жидком виде светло-бежевого, темно-коричневого цвета со специфическим запахом. Количество микроорганизмов не менее 100 млн КОЕ в 1 мл, рН рабочей суспензии 6,8–7,2. Из бактериальных штаммов, учитывая их свойства, составили бактериальные комплексы (БК). Для сравнения использовали коммерческий препарат Экстрасол, содержащий штамм активных ризосферных, азотфиксирующих бактерий *Bacillus subtilis* и их метаболиты, обитающие в природе на корнях здоровых растений. БК и Экстрасол применяли для предпосевной обработки семян за день до посева (раствор рабочей жидкости 10 л/т) и опрыскивания растений в фазу всходов (раствор рабочей жидкости 300 л/га).

Полевой эксперимент был заложен на опытном поле ФНЦ агробиотехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки. Площадь учетной делянки 15 м², расположение – рендомизированное, повторность – трехкратная, предшественник – соя. В период вегетации проводились фенологические наблюдения и учеты [14], отбор почвы для агрохимического анализа (ГОСТ 28168-89. Почвы. Отбор проб. Введ. 01.04.90. М.: Изд-во стандартов, 1989. 7 с.) и исследования микрофлоры [15]. Фитопатологическая оценка яровой пшеницы на устойчивость к грибным болезням осуществлялась по визуальной шкале в фазу молочно-восковой спелости [3, 23].

Почва участка лугово-бурая оподзоленная, тяжело суглинистая, содержание органического вещества 2,51 %, N л.г. – 63 мг/кг, P₂O₅ – 32 и K₂O – 135 мг/кг, рН_{кел} – 6,4, S – 22 и Нг – 1,30 мг-экв. на 100 г почвы. Численность микроорганизмов в почве: азотфиксаторы – 3,7 · 10⁵ КОЕ/г почвы, калий- и фосфатсолубилизирующих микроорганизмов обнаружено не было. Численность микроорганизмов определяли методом посева почвенной суспензии на плотные питательные среды [10].

Схема опыта по изучению влияния бактериальных комплексов на урожайность яровой пшеницы включала 11 вариантов:

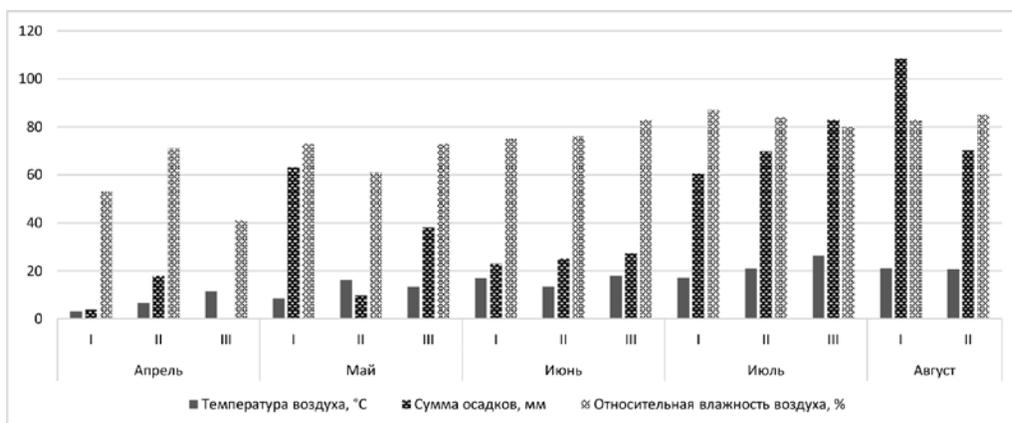
- 1) контроль (без обработки);
- 2) a1+c2+ф6 (предпосевная обработка семян);
- 3) ф19+c2 (предпосевная обработка семян);
- 4) a1+c2 (предпосевная обработка семян);
- 5) a1+ф19 (предпосевная обработка семян);
- 6) Экстрасол (предпосевная обработка семян) – эталон;
- 7) a1+c2+ф6 (обработка по всходам);
- 8) ф19+c2 (обработка по всходам);
- 9) a1+c2 (обработка по всходам);
- 10) a1+ф19 (обработка по всходам);
- 11) Экстрасол (обработка по всходам) – эталон.

Урожай собирали в фазу полной спелости зерна комбайном Неже 125. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили по методике Б.А. Доспехова [5].

Результаты и их обсуждение

Погодные условия в 2018 г. сложились относительно неблагоприятно для роста и развития растений яровой пшеницы (см. рисунок). В течение вегетационного периода обильные осадки неравномерно распределялись по фазам вегетации, и это сказалось на урожайности и качественных показателях зерна. Высокие температура (26,3 °С) и влажность воздуха (82 %) с середины июля по первую декаду августа способствовали развитию вредоносных болезней растений.

Е.С. Земцова с соавторами отмечает, что полевая всхожесть влияет на полноту всходов, от которой в дальнейшем зависят сохранность растений к уборке и структура будущего



Агрометеорологические условия в апреле–августе 2018 г. (по данным агрометеорологической станции пос. Тимирязевский)

урожая. Безусловно, этот показатель во многом определяется агроклиматическими условиями. Наиболее значимые из них – это температура и влажность [9].

Яровую пшеницу посеяли 18 апреля (глубина заделки семян 4 см), всходы появились на 20-е сут (8 мая). Осадки в первую декаду мая (63,1 мм) и температура воздуха (8,4 °C) способствовали появлению дружных всходов. В экспериментальных вариантах пшеница взошла на 2–3 дня раньше относительно контроля.

Предпосевная обработка семян и обработка всходов БК стимулировали повышение полевой всхожести: от 64 до 71 % в зависимости от применяемого комплекса бактерий. Наибольший эффект получен при обработке семян БК a1+c2+ф6: полевая всхожесть семян составляла 392 шт./м², или 71 % к количеству высеянных. В контроле данные показатели были соответственно 351 шт./м² и 64 %. При обработках другими БК влияние было не сильно выраженным: полевая всхожесть варьировала от 67 до 70 %. Сохранность растений к уборке находилась в пределах от 313 до 326 шт./м² при обработке семян БК перед посевом и от 303 до 330 шт./м² при опрыскивании всходов (табл. 1).

Таблица 1

Полнота всходов и процент сохранившихся к уборке растений яровой пшеницы в зависимости от БК

Вариант	Количество растений, шт./м ²		Полнота всходов, %	Сохранность растений к уборке, %
	взошедших	перед уборкой		
Контроль	351	289	64	82
Предпосевная обработка семян				
a1+c2+ф6	392	326	71	83
ф19+c2	379	313	69	83
a1+c2	385	327	70	85
a1+ф19	373	315	68	84
Экстрасол	383	320	70	84
Обработка по всходам				
a1+c2+ф6	389	330	71	85
ф19+c2	376	326	68	87
a1+c2	358	300	65	84
a1+ф19	357	303	65	85
Экстрасол	367	310	67	84
НСП _{0,5}	11	12	–	–

Климатические факторы в значительной мере оказывали влияние на развитие и распространение возбудителей болезней [19].

В результате фитопатологической оценки яровой пшеницы установлено, что наиболее распространенными заболеваниями, имеющими наибольшую вредоносность, были листовые повреждения бурой ржавчиной (*Puccinia recondite* f. sp. *tritici* Rob. ex Desm.) и септориозом (*Septoria graminum* Desm.), а также поражение фузариозом (*Fusarium graminearum* Schwabe) колоса (табл. 2). В фазу молочно-восковой спелости зерна пустулы бурой ржавчины наблюдались на верхних листьях у 50–60 % растений с поражением 10–30 % листовой поверхности. Незначительное проявление этого заболевания зафиксировано в варианте с БК a1+c2 при предпосевной обработке. Обильные осадки с последующими сохраняющимися продолжительное время высокими влажностью (83–87 %) и температурой (21–26 °С) способствовали распространению такого заболевания, как септориоз. Первые признаки были обнаружены на нижнем ярусе листьев яровой пшеницы с распространенностью 60–70 % и развитием 1–25 %. Минимальное поражение болезнью отмечено в варианте с БК a1+c2 при обработке семян перед посевом. При обработке другими БК уровень развития септориоза составил 5 %. Гельминтоспориоз (*Pyrenophora tritici-repentis*) отмечен в фазу полных всходов на единичных растениях со слабой степенью развития. В фазу восковой спелости зерна поражались листья нижнего яруса, которые уже не оказывали влияния на формирование урожая. Распространенность была в пределах 5–8 %, степень развития 1–5 %. Повышенная влажность воздуха и температура способствовали усиленному развитию фузариозного поражения колоса (15–25 %), распространение болезни составило 80–95 %. При предпосевной обработке семян БК a1+c2 и a1+c2+ф6, ф19+c2, a1+ф19 и при опрыскивании по всходам растения были более устойчивы к развитию и распространению заболеваний.

Таблица 2

Влияние БК на развитие и распространенность заболеваний яровой пшеницы в фазе восковой спелости, %

Вариант	Бурая ржавчина		Септориоз		Гельминтоспориоз		Фузариоз колоса	
	R	P	R	P	R	P	R	P
Контроль	30	60	25	70	5	8	25	95
Предпосевная обработка семян								
a1+c2+ф6	20	50	5	60	1	5	20	80
ф19+c2	20	55	5	65	1	6	20	85
a1+c2	10	53	1	60	1	0	15	80
a1+ф19	20	50	5	65	1	5	20	80
Экстрасол	20	53	5	65	1	7	20	80
Обработка по всходам								
a1+c2+ф6	20	50	5	65	1	6	15	80
ф19+c2	20	53	5	65	1	6	15	83
a1+c2	20	55	5	65	1	6	20	80
a1+ф19	20	55	5	65	1	6	15	80
Экстрасол	25	55	5	65	1	6	20	83

Примечание. R – развитие болезни, P – распространение болезни.

На основании учетов и наблюдений отмечен положительный эффект от применения БК при предпосевной обработке семян и опрыскивании в фазу всходов, что сказалось на морфологических признаках (высота растения, длина колоса, число зерен в колосе) яровой пшеницы.

Увеличению высоты растений способствовали обработка семян пшеницы перед посевом БК a1+c2+ф6 (115,4 см), а также опрыскивание всходов БК a1+c2 (113,3 см) по сравнению с контролем (100,9 см). Обработка семян перед посевом и растений в фазу всходов БК a1+c2+ф6 оказывали влияние на увеличение длины колоса растения соответственно

на 1,5 и 1,3 см относительно контроля (табл. 3). Наибольшее число зерен в колосе сформировалось на растениях при предпосевной обработке семян БК a1+c2 (27,5 шт.) и при опрыскивании всходов БК a1+c2+ф6 (27,4 шт.).

Таблица 3

Влияние бактериальных комплексов на элементы структуры урожая яровой пшеницы

Вариант	Высота растения, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе, шт.	Масса 1000 семян, г	Масса зерна с растения, г
Контроль	100,9	7,2	21,7	32,3	0,87
Предпосевная обработка семян					
a1+c2+ф6	115,4	8,7	23,1	34,0	1,21
ф19+c2	102,9	7,3	25,2	33,4	1,32
a1+c2	105,8	7,7	27,5	33,3	1,38
a1+ф19	103,1	7,3	22,1	33,0	1,21
Экстрасол	111,2	8,0	26,0	32,0	1,02
Обработка по всходам					
a1+c2+ф6	111,2	8,5	27,4	32,9	1,26
ф19+c2	100,3	7,2	22,7	32,1	0,99
a1+c2	113,3	7,9	27,3	32,1	1,25
a1+ф19	105,1	7,6	25,4	31,4	1,28
Экстрасол	106,4	7,4	23,6	31,6	0,96
НСР _{0,5}	10,2	0,2	2,5	2,0	0,10

Следует отметить, что опрыскивание всходов БК не повлияло на массу 1000 семян (31,4–32,9 г), однако отмечен рост этого показателя (до 34,0 г) при обработке семян перед посевом бактериальным комплексом a1+c2+ф6. Максимальные изменения морфологических признаков (высота растения, наибольшая длина колоса, масса 1000 шт. семян) наблюдались в варианте с использованием БК a1+c2+ф6 как при опрыскивании всходов, так и при предпосевной обработке.

Урожайность зерна – основной хозяйственно ценный показатель эффективности применения БК для яровой пшеницы. Исследования показали, что бактериализация семян перед посевом и по всходам способствует увеличению длины колоса и массы зерна с растения и оказывает положительное влияние на урожайность яровой мягкой пшеницы (табл. 4).

Таблица 4

Влияние бактериальных комплексов на урожайность зерна яровой пшеницы

Вариант	Урожайность зерна, т/га	Прибавка	
		т/га	%
Контроль	3,1	–	–
Предпосевная обработка семян			
a1+c2+ф6	3,4	0,3	9,7
ф19+c2	3,5	0,4	12,9
a1+c2	3,6	0,5	16,1
a1+ф19	3,5	0,4	12,9
Экстрасол	3,4	0,3	9,7
Обработка по всходам			
a1+c2+ф6	3,5	0,4	12,9
ф19+c2	3,4	0,3	9,7
a1+c2	3,5	0,4	12,9
a1+ф19	3,5	0,4	12,9
Экстрасол	3,3	0,2	6,4
НСР _{0,5}	0,3	–	–

Урожайность зерна при использовании БК варьировала от 3,1 (контроль) до 3,6 т/га (БК a1+c2) по всходам, т.е. обеспечивается прибавка урожайности яровой пшеницы на 0,4–0,5 т/га при предпосевной обработке семян БК a1+c2.

Положительное влияние БК оказывают и на численность микроорганизмов в почве. Перед посевом яровой пшеницы численность азотфиксирующих микроорганизмов составляла 370 тыс. КОЕ/г, калий- и фосфатсолобильных микроорганизмов обнаружено не было. В период восковой спелости численность азотфиксирующих бактерий увеличилась до 38 млн КОЕ/г, а калий- и фосфатсолобильных бактерий насчитывалось до 33 тыс. и 170 тыс. КОЕ/г соответственно. По мнению Е.Ю. Ивановой, наиболее интенсивное размножение бактерий в ризосфере наблюдается перед цветением растений [11]. Это подтверждается результатами экспериментов Т.Х. Гордеевой и С.Н. Масленникова [4], которые показали, что в фазу кущения численность бактерий минимальна, а в фазу колошения и спелости зерна она достигает максимальных величин. В этот период возрастает активность микроорганизмов, так как они принимают активное участие в разложении отмирающих корневых остатков.

И.А. Заикина отмечает, что количественный состав бактерий закономерно отражает физиолого-биохимическое состояние растительного организма в процессе онтогенеза. Анализ динамики численности бактерий по сезонам в течение нескольких лет показал, что у растений открытых экосистем, несмотря на влияние внешних факторов, происходит внутренняя смена жизнедеятельности. В результате максимальная численность микроорганизмов наблюдается в конце лета, т.е. в период созревания зерна [8].

В наших исследованиях количество микроорганизмов в почве в фазу восковой спелости зерна пшеницы при применении БК значительно различалось по вариантам (табл. 5).

Таблица 5

**Численность микроорганизмов в почве
в фазу восковой спелости зерна яровой пшеницы под влиянием БК (тыс. КОЕ/г)**

Вариант	Азотфиксаторы	Калийсолобильные микроорганизмы	Фосфатсолобильные микроорганизмы	Общее количество микроорганизмов
Контроль	300	1500	40	1840,0
Предпосевная обработка семян				
a1+c2+ф6	140	3,2	170	313,2
ф19+c2	290	76	3,3	369,3
a1+c2	2300	1200	69	3569,0
a1+ф19	38 000	220	140	38 360,0
Экстрасол	24 000	33 000	0,01	57 000,01
Обработка по всходам				
a1+c2+ф6	26 000	130	24	26 154,0
ф19+c2	23 000	16 000	0,01	39 000,0
a1+c2	66	71	80	217,0
a1+ф19	30 000	5200	0,01	35 200,01
Экстрасол	46	100	29	175,0

Предпосевная обработка семян БК a1+c2 и a1+ф19 способствовала росту азотфиксирующих и фосфатсолобильных бактерий в фазу восковой спелости зерна. Обработка всходов БК a1+c2+ф6 a1+c2 не стимулировала размножения калийсолобильных бактерий, при этом численность азотфиксаторов росла. Максимальное количество азотфиксирующих и калийсолобильных микроорганизмов зафиксировано в варианте с БК ф19+c2 при обработке по всходам. Их количество возросло соответственно в 76 и 10 раз в сравнении с контролем.

Выводы

Использование микробиологических препаратов – перспективный агротехнический прием повышения урожайности. Применение БК способствует повышению полевой всхожести, сохранности растений, которая к фазе уборки составляла от 313 до 326 шт./м² при обработке семян БК перед посевом и от 303 до 330 шт./м² при опрыскивании всходов. Наибольший эффект получен при обработке семян БК a1+c2+ф6. Обработанные семена перед посевом и растения по всходам оказались более устойчивыми к поражению бурой ржавчиной (*Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. ex Desm.), септориозу (*Septoria graminum* Desm.), а также фузариозу колоса (*Fusarium graminearum* Schwabe). Отмечено положительное влияние применения БК при предпосевной обработке семян и опрыскивании в фазу всходов на морфологические признаки яровой пшеницы (высота растения, длина колоса). Предпосевная обработка семян БК a1+c2 и a1+ф19 способствовала росту азотфиксирующих и фосфатсольбизирующих бактерий, а опрыскивание всходов БК a1+c2+ф6 и a1+c2 оказывало влияние на численность азотфиксирующих и калийсольбизирующих микроорганизмов в фазу восковой спелости зерна.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белимов А.А., Кунакова А.М., Груздева Е.В. Влияние pH почвы на взаимодействие ассоциативных бактерий с ячменем // Микробиология. 1998. Т. 67. С. 561–568.
2. Белоголова Г.А., Соколова М.Г., Пройдакова О.А. Влияние почвенных бактерий на поведение химических элементов в системе почва–растение // Агрохимия. 2011. № 9. С. 68–76.
3. Гешеле Э.Э. Основы фитопатологической оценки в селекции растений. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1978. 206 с.
4. Гордеева Т.Х., Масленникова С.Н. Формирование микробно-растительных сообществ ризосферы в онтогенезе зерновых культур // Науч. журн. КубГАУ. 2012. Т. 81 (7). С. 377–386.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования). М.: Альянс, 2014. 351 с.
6. Журавлев Д.Ю., Пронько В.В., Ярошенко Т.М., Климова Н.Ф. Влияние бактериальных препаратов на урожай яровой мягкой пшеницы в условиях Саратовского правобережья // Инновационные технологии для АПК юга России: материалы науч.-практ. конф., Майкоп, 21–23 сент. 2016 г. Майкоп, 2016. С. 67–70.
7. Завалин А.А. Биопрепараты, удобрения и урожай. М.: ВНИИА, 2005. 302 с.
8. Заикина И.А. Экологическая роль бактериального сообщества эпифитов филлосферы в жизнедеятельности растений: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Ставропол. гос. ун-т. Ставрополь, 2008. 21 с.
9. Земцова Е.С., Боме Н.А. Влияние густоты стояния растений на структуру урожая яровой мягкой пшеницы // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 2-2. – <http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=21757>
10. Зенова Г.М., Степанов А.Л., Лихачева А.А., Манучарова Н.А. Практикум по биологии почв / под ред. Г.М. Зеновой. М.: Изд-во МГУ, 2002. 689 с.
11. Иванова Е.Ю. Микробиология. Воронеж: Воронеж. ГАУ, 2007. 101 с.
12. Ладонин В.Ф. Развитие земледелия, принципы и перспективы применения биопрепаратов // Агротехн. вестн. 1996. № 5. С. 46–48.
13. Лазарев В.И., Казначеев М.Н., Айдиев А.Ю., Стифеев А.И., Сонин В.А. Эффективность биопрепаратов на посевах сельскохозяйственных культур. Курск, 2003. 127 с.
14. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1989. Вып. 2. 196 с.
15. Методы почвенной микрофлоры и биохимии / под ред. Д.Г. Звягинцева. М.: Изд-во МГУ, 1991. 303 с.
16. Михайловская Н.А., Черныш А.Ф., Миканова О., Барашенко Т.Б., Тарасюк Е.Г., Дюсова С.В. Эффективность применения фосфатмобилизующих инокулянтов на посевах пшеницы на эродированных дерново-подзолистых почвах на моренных суглинках // Почвоведение и агрохимия. 2013. Т. 1 (50). С. 306–319.
17. Мишустин Е.Н. Микроорганизмы и продуктивность земледелия. М.: Наука, 1972. 343 с.
18. Петров В.Б., Чеботарь В.К. Микробиологические препараты – базовый элемент современных интенсивных агротехнологий растениеводства // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 8. С. 11–14.
19. Синицина Н.И., Гольцберг И.А., Струнников Э.А. Агроклиматология. Л.: Гидрометеониздат, 1973. 344 с.
20. Тихонович И.А., Проворов Н.А. Молекулярные основы конструирования высокопродуктивных экологически устойчивых агроценозов // Экологическая генетика. 2011. Т. 9, № 3. С. 23–26.

21. Чеботарь В.К., Казаков А.Е. Новые микробные препараты и удобрения в земледелии России // Ресурсосберегающие технологии: опыт, проблемы, перспективы: материалы Всерос. круглого стола / Ульянов. НИИСХ. Ульяновск, 2007. С. 100–110.
22. Чеботарь В.К., Завалин А.А. Эффективность применения биопрепарата Экстрасол. М.: ВНИИА, 2007. 230 с.
23. Чумаков А.Е., Захарова Т.И. Вредоносность болезней сельскохозяйственных культур. М.: Агропромиздат, 1990. 127 с.
24. Шапошников А.И., Белимов А.А., Кравченко Л.В., Виванко Д.М. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями и факторы эффективности ассоциативных симбиозов // Сельхоз. биология. 2011. № 3. С. 16–22.
25. Шевченко В.Е., Федотов В.Н. Биологизация и адаптивная интенсификация земледелия в Центральном Черноземье. Воронеж, 2000. С. 91–96.
26. Шершнева О.М. Микробиологические удобрения как основа современных биотехнологий возделывания яровой пшеницы // Актуальные вопросы инновационного развития агропромышленного комплекса: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Курск, 28–29 янв. 2016 г. Курск, 2016. Ч. 2. С. 76–79.
27. Adesemoye A.O., Torbert H.A., Kloepper J.W. Plant growth-promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers // *Microb. Ecol.* 2009. Vol. 58, N 4. P. 921–929. DOI: 10.1007/s00248-009-9531-y.
28. Lugtenberg B.J.J., Chin-A-Woeng T.F., Bloemberg G.V. Microbe-plant interactions: principles and mechanisms // *Antonie van Leeuwenhoek.* 2002. Vol. 81, N 1/4. P. 373–383.

С.Е. НИЗКИЙ

Ресурсно-ценностные аспекты культурных растительных сообществ в урбанистических ландшафтах (на примере г. Благовещенск)

Выполнен анализ культурных растительных сообществ на территории г. Благовещенск (Российская Федерация, Амурская область). Рассмотрены количественный, качественный и декоративный аспекты состояния зеленых насаждений. Количественный аспект отражает общую численность и плотность растений в фитоценозах города, качественный – характеризует общий вид, прижизненное состояние деревьев, кустарников и трав на территории городской застройки, декоративный – внешний вид и приспособленность растений к условиям их произрастания. В целом изучение ресурсной значимости фитоценозов соответствует ресурсно-ценностному подходу к оценке состояния растительных сообществ в антропогенно-нарушенных ландшафтах.

Ключевые слова: ландшафты урбанизации, культурные растительные сообщества, зеленые насаждения, биологический ресурс, количественный, качественный, декоративный, аспекты, ресурсно-ценностный подход.

Resource and value aspects of cultivated vegetation communities in urban landscapes on the example of Blagoveshchensk city. S.E. NIZKII (All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk).

The cultivated vegetation communities of the territory of Blagoveshchensk city (Russian Federation, Amur Region) have been analyzed. Qualitative, quantitative, and decorative features of the green planting condition have been determined. The quantitative characteristic reflects the general population and density of plants in phytocenosis of a city. The qualitative characteristic demonstrates the general appearance, lifetime condition of trees, bushes, and herbs growing on the territory of urbanized development. The decorative characteristic represents the general appearance and plants' ability to adapt to the conditions of their growing location. Generally, studying the features of urban phytocenosis resource value corresponds to the resource evaluative method that identifies the vegetation communities' condition in anthropogenic-disturbed landscapes.

Key words: urban landscapes, cultivated vegetation communities, green planting, biological resource, qualitative, quantitative, decorative, aspects, resource-value approach.

Введение

Культурные растительные сообщества урбанистических ландшафтов – необходимый для человека биологический ресурс, так как потребность в создании зеленых насаждений в местах проживания людей основана на их тяге к природе на генетическом уровне. Особенно это очевидно в ситуациях, когда человек длительное время находится в замкнутом техногенном пространстве (подводники, космонавты, полярники и т.д.). Как

НИЗКИЙ Сергей Евгеньевич – кандидат биологических наук, доцент, старший научный сотрудник (Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Благовещенск). E mail: agrofak06@mail.ru

Работа выполнена по плану НИР Дальневосточного государственного аграрного университета в 2006–2012 гг. по теме «Изучение закономерностей самовосстановления антропогенно-нарушенных биоценозов» (№ 0120.0503566).

и любой другой биологический ресурс, культурные растительные сообщества имеют ресурсную ценность, определяемую различными характеристиками, или аспектами (аспект, от лат. *aspectus* (вид, облик), – одна из сторон рассматриваемого объекта). Для природных растительных сообществ разного типа аспекты ресурсной ценности неодинаковы. Для лесного и лугового сообществ к таковым следует относить лесотехнические, пищевые, лекарственные, декоративные и некоторые другие характеристики отдельных растений. В случае оценки урбанистических ландшафтов дело обстоит несколько сложнее. Здесь не может быть речи о практическом использовании отдельных растений, за исключением, быть может, декоративных, пригодных для ландшафтного дизайна. Поэтому если мы признаем зеленые насаждения биологическим ресурсом, то возникает необходимость установить аспекты их ресурсной значимости, причем анализ этих аспектов должен давать представление о благополучии зеленых насаждений, об их способности удовлетворять потребности человека в комфортных условиях проживания. В целом такой подход следует определить как ресурсно-ценностный.

Цель исследований – установить ресурсно-ценностные аспекты культурных растительных сообществ как биологического ресурса, необходимого для удовлетворения потребности человека в комфортных условиях проживания.

Объект и методы исследования

Исследования основаны на анализе зеленых насаждений селитебно-промышленной территории г. Благовещенск, который является административным центром Амурской области с населением на момент проведения исследований (2012 г.) 220 тыс. чел. Город расположен в южной части Дальневосточного региона Российской Федерации в месте слияния двух крупных рек – Амура и Зеи. Масштабного развития промышленности здесь нет. С момента возникновения населенного пункта (1856 г.) естественная растительность была уничтожена полностью. В настоящее время на селитебной территории города нет ни одного участка с остатками природного ландшафта [6].

Маршрутные исследования проводились на уличных аллеях, в скверах, парках, вдоль русел малых рек Чигири и Бурхановка, на территории Асташинских озер и пустырях. На каждом маршруте закладывались пробные площадки, определялись видовой состав растительности, густота деревьев и кустарников, их прижизненное состояние, степень покрытия травяного яруса. В 2006–2007 гг. в соответствии с планом исследований выполнены инвентаризационные мероприятия по учету количества деревьев, произрастающих на главных улицах, в скверах и парках города. Результаты освещены в монографии, опубликованной в 2011 г. [8]. Названия растений приведены в соответствии со сводкой «Сосудистые растения советского Дальнего Востока» (под ред. С.С. Харкевича. СПб.: Наука, 1985–1996 гг.) с коррекцией латинских названий по «The Plant List» (www.theplantlist.org).

Результаты исследований

Важными характеристиками фитоценозов являются занимаемая ими площадь и густота. Этот показатель, который по существу служит инструментом влияния зеленых насаждений на окружающую среду [3], можно обозначить как количественный аспект ресурсной ценности зеленых насаждений. Другой не менее важный аспект – их качество, обычно оцениваемое по прижизненному состоянию отдельных деревьев, составляющих основу растительных сообществ [5].

На примере культурных фитоценозов Благовещенска можно проследить, как указанные выше аспекты ресурсной ценности зеленых насаждений взаимосвязаны друг с другом. Существует нормативный показатель, который в определенной степени является

количественной характеристикой объектов зеленого строительства. Таким показателем считается площадь зеленых насаждений городской территории, приходящаяся на одного жителя. Для Благовещенска данный норматив установлен в 16 м² на 1 чел. (Долгосрочная целевая программа «Охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности населения города Благовещенска на 2009–2015 годы» – www.docs.cntd.ru/document/961708592). Исследованиями установлено, что фактически в селитебно-промышленной зоне города всего 0,7 % территории занято растительностью, а общая площадь зеленых насаждений не превышает 80 га, что почти в 2 раза превышает данные, указанные в Программе. В итоге на одного жителя приходится около 2,5 м² зеленых насаждений (по программе – 1,9 м²). Как видим, для достижения нормативного показателя площадь зеленых насаждений должна быть увеличена более чем в 5 раз (до 360 га).

В настоящее время на уличных аллеях, в скверах и парках города растения достигли предельного возраста, наблюдается массовое отмирание деревьев, высаженных в начале 50-х годов прошлого века. В 1990-х годах посадки деревьев в городе были практически приостановлены. Кроме того, ведется массовая обрезка тополей, хотя известно, что тополь этого не переносит [7]. После обрезки дерево погибает через 2–3 года. Новых посадок тополевых насаждений не осуществляется еще и потому, что приказом Госстроя РФ от 15.12.1999 г. № 153 в городах запрещена посадка женских экземпляров тополей, засоряющих территорию во время плодоношения и вызывающих массовые аллергические реакции во время цветения. В итоге тополевые насаждения резко сокращаются. Вместе с тем тополь обладает целым комплексом положительных качеств. Одно из них – высокая транспирационная способность. Для Благовещенска, расположенного в поймах двух крупных рек и постоянно страдающего от наводнений, это свойство имеет немаловажное значение, значительно перекрывающее его недостатки. Пришли в упадок и до сих пор не восстановлены питомники размножения саженцев, что вынуждает работников «Горзеленхоза» брать для посадок деревья из пригородных лесов. Попадая в совершенно непривычные экологические условия, такие саженцы в массе своей погибают в первую же зиму. В результате отмирания деревьев, отживших свой срок, резкого сокращения темпов возобновления, неправильного ухода и отсутствия питомников размножения количество деревьев на городской территории сильно уменьшилось, существенно ухудшилось и их качество.

На количественные показатели культурных растительных сообществ города большое влияние оказывает практически полное отсутствие кустарников в насаждениях общего пользования (в уличных аллеях, палисадниках, парках и скверах). Здесь роль кустарников стали выполнять «зеленые изгороди», в основном представленные деревьями вяза мелколистного (*Ulmus pumila* L.) [8].

Качественный аспект зеленых насаждений во многом зависит от декоративной ценности деревьев, составляющих их основу. В зеленых насаждениях урбанизированных ландшафтов растительность обычно представлена «сорными» малоценными видами, способными быстро расти и размножаться. К ним относятся тополя, вязы и клены, т.е. деревья с хорошей приживаемостью и устойчивостью к антропогенной нагрузке. Именно этими породами в основном и представлена древесная растительность селитебно-промышленной зоны г. Благовещенск. Эти породы сами по себе имеют относительно короткий срок жизни, а в урбанистической среде онтогенетический цикл жизни растений, как известно, ускоряется [12]. У тополей время жизни в городских условиях сокращается вдвое (до 50–70 лет). Вяз в естественных местах обитания доживает до 300 лет, тогда как в парковых насаждениях срок его жизни снижается до 120 лет, а в уличных аллеях это дерево живет всего 45 лет [11].

В уличных аллеях, скверах и парках Благовещенска произрастает всего около 20 видов деревьев, что составляет 1/7 часть общего списка дендрофлоры городского округа (селитебная территория плюс окрестные леса) [9]. Среди этих пород очень мал процент деревьев с большим сроком жизни. Например, в окрестных лесах доминирует *Quercus*

mongolica Fisch. ex Ledeb. – дуб монгольский, который в естественных условиях живет более 350 лет. В городе же он встречается очень редко.

Настоящими долгожителями в природных условиях являются хвойные породы. В лесах Амурской области они распространены достаточно широко, но в городских посадках их очень мало, несмотря на то что в обширном перечне пород, используемых в зеленом строительстве, хвойные занимают одно из ведущих мест. Ель сибирская (*Picea obovata* Ledeb.) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.) в городских посадках еще встречаются, а лиственница Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr) практически отсутствует. Дефицит хвойных пород в зеленых насаждениях приводит к снижению устойчивости культурных сообществ, увеличению риска эпифитотий и другим неблагоприятным тенденциям. Может быть, именно поэтому насаждения берез в городе имеют крайне неприятный вид. Известно, что березы вообще не входят в ассортименты, рекомендуемые для озеленения. Тем не менее два вида берез – *Betula davurica* Pall. и *B. platyphylla* Sukaczew – присутствуют в зеленых насаждениях города иногда целыми аллеями, но состояние деревьев при этом очень плохое.

Древесная растительность в городе представлена в основном интродуцированными видами. Среди тополей преобладает *Populus nigra* L., а не представитель местных естественных лесов *P. suaveolens* Fisch. В дендрологической литературе нет данных в отношении преимуществ одного вида над другим. По морфологическим признакам, скорости роста и другим показателям эти виды не отличаются друг от друга. В тополевых посадках встречаются и другие инорайонные виды тополей – *P. koreana* Rehd. и *P. simonii* Carr. Несмотря на то что в естественных лесах Амурской области произрастает вяз японский (*Ulmus japonica* (Rehder) Sarg.), в зеленых насаждениях Благовещенска представлен вяз мелколистный (*Ulmus pumila* L.), естественный ареал которого находится в Приморье. Активно продолжает внедряться *Acer negundo* L. – вид клена, завезенный в Европу и Россию в конце XIX в. Известно негативное влияние этого вида на растительное сообщество [4]. В естественных лесах произрастает два вида клена – приречный (*Acer ginnala* Maxim.), относящийся к категории кустарников, и мелколистный (*Acer mono* Maxim.), но в городских насаждениях эти виды кленов отсутствуют.

Вовлечение интродуцентов в растительные сообщества урбанизированных территорий считается перспективным направлением современного фитодизайна [10]. При этом люди возвращают в поселения исчезнувшие (чаще всего в результате человеческой деятельности) элементы экосистем и используют виды, обладающие теми или иными преимуществами перед аборигенными. Однако анализ видов, произрастающих в зеленых насаждениях Благовещенска, не выявляет таких свойств и преимуществ. Известно, что интродукция способствует нарушению естественного барьера в расселении видов, и это может негативно сказаться на экологическом состоянии естественных ценозов [1].

Качественный аспект зеленых насаждений г. Благовещенск значительно снижен из-за заметного присутствия в дендрологическом составе культурных сообществ «сорных» видов, как правило, заселяющихся самосевом. Это в первую очередь относится к черемухе обыкновенной (*Padus avium* Mill.) и ивам (*Salix* spp.). Черемуха как озеленительная культура, с одной стороны, является декоративным деревом, особенно ранней весной в период цветения, но с другой – в середине лета обезображивает зеленые насаждения, поскольку сильно поражается гусеницами непарного шелкопряда и черемуховой молью. Видовой состав ив, заселяющих городскую территорию, не изучен. В отечественной дендрологии не установлены и декоративные свойства этих растений.

Хорошим резервом для улучшения качественных и количественных аспектов ресурсной ценности зеленых насаждений селитебно-промышленной зоны г. Благовещенск являются местные аборигенные виды и породы деревьев, которые в городских посадках отмечаются пока в небольших количествах. К таковым следует отнести *Fraxinus mandshurica* Rupr. (ясень маньчжурский), *Syringa vulgaris* L. (сирень обыкновенная), *Ligustrina amurensis* Rupr., или *Syringa amurensis* Rupr. (трескун амурский, или сирень амурская),

Crataegus dahurica Koehne. ex С.К. Schneid. (боярышник даурский), *Padus maackii* (Rupr.) Kom. (черемуха Маака), *Phellodendron amurense* Rupr. (рододендрон даурский), *Tilia amurensis* Rupr. (липа амурская), *Larix cajanderi* Mayr (лиственница Каяндера) и др.

Недостатки развития культурных сообществ зеленых насаждений г. Благовещенск, выявленные при изучении ресурсно-ценностных аспектов дендрологического состава, подтверждаются и при анализе травянистой растительности. Травянистая растительность в структуре озеленяемой площади должна занимать 60–80 % [2]. В Благовещенске эта цифра значительно меньше (30–35 %), что прямо указывает на эколого-санитарную проблему для фитоценозов города. Установлено, что травы в зеленых насаждениях города представлены небольшим ассортиментом распространяющихся самосевом сорных (рудеральных) растений, видовое разнообразие которых не превышает 30 наименований. На урбанизированных территориях ресурсную ценность представляют травянистые растения, пригодные для создания газонов. В Благовещенске культурные (сеяные) газоны отсутствуют вообще. Попытки организации таковых предпринимались неоднократно и заканчивались, как правило, неудачей из-за достаточно сложных условий в зимний период (отсутствие снежного покрова и низкие температуры). Целенаправленной селекции по отбору видов, устойчивых к местным климатическим условиям, никогда не велось. Однако предпосылки к этому имеются. Например, мятлик луговой (*Poa pratensis* L.), бекмания восточная (*Beckmannia syzigachne* (Steud.) Fernald) и овсяница красная (*Festuca rubra* L.), входящие в перечень видов, используемых для создания газонов, отмечаются на лугах в непосредственной близости от города [8]. Бекмания восточная и овсяница красная обнаружены также на городской территории среди рудеральной растительности. В составе других сорных видов выделяются растения, имеющие хороший декоративный вид (красивоцветущие): донник белый и ароматный (*Melilotus albus* Medic. и *M. altissimus* auct.), клевер луговой и полевой (*Trifolium pratense* L. и *T. campestre* Schreb.), люцерна посевная (*Medicago sativa* L.), герань сибирская (*Geranium sibiricum* L.), гравилат алеппский (*Geum aleppicum* Jacq.), лапчатка гусиная (*Potentilla anserina* L.), одуванчик монгольский (*Taraxacum mongolicum* Hand.-Mazz.), пепельник Кирилова (*Tephrosia kirilovii* (Turch. ex Ledeb.) Holub), дербенник иволистный (*Lythrum salicaria* L.), борщевик рассеченный (*Heracleum dissectum* Ledeb.), ломонос бурый (*Clematis fusca* Turcz.), купена приземистая (*Polygonatum humile* Fisch. ex Maxim. Fisch.). Вполне реально включить эти растения в ассортимент газонных трав, адаптированных к местным условиям.

Выводы

Ресурсно-ценностный подход к оценке состояния культурных растительных сообществ в урбанизированных ландшафтах основывается на анализе аспектов ресурсной значимости зеленых насаждений. Эти аспекты подразделяются на

количественный – площадь зеленых насаждений, количество деревьев и густота трав в уличных аллеях, в скверах и парках;

качественный – прижизненное состояние деревьев и трав, составляющих основу зеленых насаждений;

декоративный – приятный вид и красота отдельных растений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аистова Е.В. Адвентивная флора Амурской области: дис. ... канд. биол. наук / Дальневост. гос. агр. ун-т. Владивосток, 2007. 215 с.
2. Анищенко И.Е., Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Вопросы оптимизации растительности газонов в населенных пунктах Предуралья Республики Башкортостан // Агр. вестн. Урала. 2011. № 5 (84). С. 50–51.
3. Бабурин А.А., Морозова Г.Ю. Оценка экологической значимости зеленых насаждений // Вестн. Тихоокеан. гос. ун-та. 2009. № 3. С. 63–70.

4. Виноградова Ю.К. Формирование вторичного ареала и изменчивость инвазионных популяций клена ясенелистного (*Acer negundo* L.) // Бюл. Гл. бот. сада. 2006. Вып. 190. С. 25–47.
5. Ильминских Н.Г. Флорогенез в условиях урбанизированной среды (на примере городов Вятско-Камского края): автореф. дис. ...д-ра. биол. наук / С-Петербург. гос. ун-т. СПб., 1993. 36 с.
6. Коратаев Г.В. История формирования техногенного ландшафта г. Благовещенска // Проблемы краеведения (Арсеньевские чтения): тез. конф. Уссурийск, 1989. Ч. 2. С. 9–10.
7. Кругляк В.В. Особенности реконструкции тополевых насаждений города Воронежа // Вестн. Воронеж. гос. ун-та. Серия: Химия. Биология. Фармацевт. 2006. № 1. С. 129–132.
8. Низкий С.Е. Особенности формирования фитоценозов селитебной территории на примере города Благовещенска. Благовещенск: Изд-во ДальГАУ, 2011. 106 с.
9. Тимченко Н.А. Эколого-биологические особенности дендрофлоры Амурской области, состав, охрана, использование в озеленении: дис. ... канд. биол. наук / Дальневост. гос. агр. ун-т. Благовещенск, 2012. 257 с.
10. Урусов В.М., Петропавловский Б.С., Варченко Л.И. О воссоздании зональных флористических комплексов в ландшафтном дизайне Дальнего Востока России // Бюл. Бот. сада-института ДВО РАН. 2010. Вып. 6. С. 63–69.
11. Ухваткина О.Н. Древесные растения в озеленении городов юга Дальнего Востока (биологические особенности, перспективность интродукции): дис. ...канд. биол. наук / Дальневост. НИИ лесного хоз-ва. Владивосток, 2008. 228 с.
12. Холявко В.С., Глоба-Михайленко Д.А. Дендрология и основы зеленого строительства: учебник. 2-е изд. М.: Высш. шк., 1980. 248 с.

Н.Ф. КЛЮЧНИКОВА, Е.Б. ШУКЮРОВА, М.Т. КЛЮЧНИКОВ

Хозяйственно полезные признаки коров голштинской породы в экстремальных условиях Среднего Приамурья

Анализ первичного зоотехнического учета в ОАО «Заря» Хабаровского района выявил существенное влияние возраста и сезона первого отела на продуктивное долголетие коров голштинской породы. В условиях неполноценного кормления отелы до 24-месячного возраста приводят к резкому сокращению продолжительности жизни животных.

Ключевые слова: корова, возраст, отел, сезон, Среднее Приамурье.

The economically useful signs of Holstein cows in the Middle Priamurye extreme conditions.
N.F. KLYUCHNIKOVA, E.B. SHUKYUROVA, M.T. KLYUCHNIKOV (Far Eastern Agricultural Research Institute, Khabarovsk Krai, Vostochnoe village).

The analysis of primary zootechnical registration in the ОАО «Zarya» of Khabarovskiy District exposed the important influence of age and the first calving season on the productive longevity of Holstein cows. In the defective feeding conditions calvings before the 24-months age lead to the sharp shortening of animals' life duration.

Key words: cow, age, calving, season, the Middle Priamurye.

Введение

Молочное скотоводство Дальнего Востока по воспроизводству стада в течение многих десятилетий занимает одно из последних мест в стране. Выход телят на 100 коров здесь составляет 70–75 %, а в ряде хозяйств менее 60 % [5–7].

Показателем успешной организации производства является высокая доля животных с продолжительностью сервис-периода до 30–35 дней. В.С. Шипилов [16] приводит многочисленные статистические и экспериментальные сведения об успешном осеменении коров в первый месяц после отела. Например, в хозяйстве «Рубцовское» Алтайского края в течение трех лет в первый месяц после отела вновь становились стельными 67, 72 и 88 % коров. Аналогичные результаты получены в эксперименте, в котором животные имели полноценное кормление, активный моцион и общение с быком-пробником с первой декады после отела [10]. Это способствовало ускоренной инволюции матки за 17–18 дней. В результате из 10 коров оплодотворялось 9 в среднем за 27,7 дня. Последующие опыты и практика передовых ферм показали реальную возможность получать по 112–119 телят на 100 коров при годовом удое молока более 5300 кг.

*КЛЮЧНИКОВА Наталья Федоровна – доктор сельскохозяйственных наук, заместитель директора, ШУКЮРОВА Елена Борисовна – кандидат биологических наук, заведующая отделом, КЛЮЧНИКОВ Михаил Тихонович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник (Дальневосточный научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Хабаровский край, с. Восточное). *E-mail: nauka1952@mail.ru

В дальневосточном регионе аналогичных показателей не достигалось со времен внедрения искусственного осеменения. Е.А. Кирьянов сообщает о единичных случаях, когда на молочных фермах Приморского края у одной и той же коровы два года подряд наблюдался сервис-период до 30–35 дней [5]. При анализе первичного учета осеменений 24 408 коров на молочных фермах юга Дальнего Востока в первый месяц после отела было осеменено 4108 животных. Из них стельными стали 922 коровы, или 3,78 % всего поголовья [6, 7]. В современных условиях проблемы воспроизводства стада приобрели особое значение в связи с внедрением принципиально новых технологий и обострением конкуренции на рынках молочной продукции [1, 4].

Исследования, проведенные нами на более обширном материале, подтвердили низкую эффективность осеменений в первые 30 дней после отела. Из 296 499 отелившихся коров в первом месяце вновь стали стельными всего 3,52 % при общей оплодотворяемости от первого осеменения в другие сроки 41,6–45,6 %. При этом самые высокие результаты (54–59 %) получены при осеменении коров спустя 3–4 месяца после отела [8, 9]. Подобные результаты организации воспроизводства стада привели к ощутимым экономическим потерям. По расчетам Г.В. Зверевой с соавторами [3], от 296 499 коров недополучено телят и молока за год на общую сумму 9,97 млрд руб. Реально потери значительнее, так как в расчете не учитывались потери ферм от преждевременной выбраковки бесплодных особей.

Объект и методика исследований

Объект исследований – лактирующие коровы голштинской породы ОАО «Заря» Хабаровского района. Изучалась молочная продуктивность, воспроизводительная способность, долголетие коров с учетом сезонов рождения, первого отела и эритроцитарных антигенов.

Источником информации служили карточки племенных коров по форме 2-МОЛ. Молочную продуктивность оценивали по количеству молока и массовой доли жира за 305 дней первой лактации и пожизненной продуктивности. Воспроизводительную способность определяли по величине сервис-периода после первого отела, долголетие животных – по количеству отелов, лактаций, продолжительности жизни.

Группы крови устанавливали по методике, изложенной в руководстве И.М. Дунина и др. [2], биометрическую обработку полученных данных проводили по методике Н.А. Плохинского [14].

Результаты исследований

Обследованное нами стадо голштинских коров из хозяйства «Заря» характеризуется невысокими показателями. Средний удой первотелок за 305 дней лактации составил 3307 кг молока с массовой долей жира 3,79 %, продолжительность сервис-периода 151 день. Более 65 % животных остались яловыми. Только у 7 особей (2,73 %) фиксировалась стельность в первый месяц после отела, но прожили они всего 2,3 года, в то время как их одногодки – почти 6 лет. При этом на каждый день жизни от особей, оплодотворенных в первый месяц после отела, было получено по 4,8 кг, а от их сверстниц по 5,99 кг молока.

Особо следует отметить группу из 11 первотелок с удоем за 305 дней лактации более 5000 кг молока (в среднем 5259 кг). Возраст отела в этой группе составил 34,7 мес., живая масса – 483 кг, продолжительность жизни – 5,34 года, продуктивного периода – 2,53 года (в среднем 2,36 лактации и 2,73 отела). На день всей жизни было получено по 6,6 кг молока, а на день жизни после первого отела – по 13,92 кг. При такой высокой продуктивности 91 % первотелок оставались яловыми с длительностью сервис-периода 190 дней.

Дополнительные расчеты подтвердили наличие обратной связи продолжительности жизни и величины удоя за первую лактацию. Величина коэффициента корреляции составила -0,8.

Можно утверждать, что в исследуемом хозяйстве условия кормления и содержания не соответствуют генетическому потенциалу продуктивности голштинской породы. Тем не менее при анализе первичного зоотехнического учета выявлены 52 коровы, у которых продуктивный период продолжался 2315 дней (шесть полных лактаций). Эта группа коров-долгожительниц имела следующие средние показатели: возраст первого отела – 1135 дней (37,8 мес.), удой за первую лактацию – 2781 кг, пожизненный удой – 24 130 кг, на один день жизни получено по 9,9 кг молока (на продуктивный день – 14,76 кг), продолжительность сервис-периода после первого отела – 182 дня при 80,4 % яловости. У пяти коров этой группы пожизненный удой составил 34 172 кг, количество лактаций – 9,2, отелов – 9,4, удой молока на день жизни – 7,94 кг.

Существенным фактором изменчивости хозяйственно полезных признаков является сезон первого отела (табл. 1).

Таблица 1

Влияние сезона первого отела на продолжительность продуктивного периода коров в хозяйстве «Заря» Хабаровского края

Показатели	Сезон первого отела			
	зима	весна	лето	осень
Количество коров	63	84	56	53
Возраст 1-го отела, дней	1032	1034	901	971
Сервис-период, дней	136	184	137	124
Удой за 305 дней, кг	3285	2984	3458	3748
Массовая доля жира, %	3,77	3,77	3,75	3,89
Живая масса, кг	468	472	468	482
Пожизненный удой, кг	15 049	13 415	10 439	10 547
Количество отелов	3,68	3,40	2,78	2,81
Количество лактаций	3,12	2,95	2,33	2,30
Кол-во коров-долгожительниц	18	18	5	11
Продолжительность жизни, дней	2312	2201	1861	1841
Продуктивный период, дней	1280	1167	960	870
Количество молока на день жизни, кг	6,51	6,09	5,60	5,72
Количество молока на продуктивный день, кг	11,75	11,49	10,87	12,12

Несмотря на противоречивость полученных результатов, можно отметить явное превосходство животных зимнего отела. Их пожизненный удой был на 12–44 % больше, чем у сверстниц, первый отел у которых приходился на другие сезоны года. Преимущество прослеживалось и по количеству молока на 1 день жизни. И что важно, данное преимущество отмечалось на фоне более длительного (на 113–410 дней) продуктивного периода.

Среди 56 животных, у которых отел прошел летом, было всего 9 % коров-долгожительниц. В другие сезоны их доля варьировала от 20,8 до 28,6 %.

Более контрастные результаты получены при одновременном учете сезонов рождения и первого отела. Особую группу составляли 5 первотелок родившихся и отелившихся летом. Их продуктивный период составил всего 2 лактации. На каждый день жизни было получено по 4,5 кг молока, а всего 8095 кг, что на 18,0–19,7 % меньше, чем от сверстниц, родившихся в другие сезоны. Среди животных сезонов «лето–лето» не было долгожительниц. По сумме баллов оценки и комплексу показателей продуктивности первое место занимали особи сезонов «зима–зима».

Из многочисленных факторов внешней среды, лимитирующих продуктивность коров, следует отметить также возраст первого отела (табл. 2).

Возраст первого отела и продуктивность коров из хозяйства «Заря» Хабаровского края

Показатели	Возраст первого отела, мес.				
	до 24,0	24,1–27,0	27,1–30,0	30,1–33,0	34,0 и более
Количество коров	7	26	60	62	101
Возраст 1-го отела, дней/мес.	637 / 21,2	772 / 25,7	858 / 28,6	954 / 31,2	1178 / 39,2
Сервис-период после 1-го отела, дней	116	145	132	147	164
Удой за 305 дней 1-й лактации, кг	2937,0	3471,0	3432,0	3559,0	4593,0
Массовая доля жира, %	4,03	3,95	3,83	3,74	3,74
Живая масса при 1-м отеле, кг	497	484	474	472	467
Пожизненный удой, кг	4570	7150	9958	13371	15062
Количество отелов	1,71	2,07	2,53	3,40	3,90
Количество лактаций	1,28	1,57	1,86	2,98	3,48
Продолжительность жизни, дней	1147	1467	1645	2136	3531
Продуктивный период, дней	510	695	787	1182	1353
Количество молока на день жизни, кг	3,98	4,87	6,05	6,25	6,48
Количество молока на день продуктивного периода, кг	8,98	10,28	12,65	11,31	11,13
Доля коров-долгожительниц, %	0,0	11,5	5,0	21,0	32,7

Как видим, существует прямая зависимость продуктивности от возраста первого отела. С повышением такого возраста в 1,4 раза пожизненный удой увеличился в 3,3 раза.

Нет сомнения, что полученные нами данные по продуктивности коров заслуживают внимания производителей молока. Однако чтобы их получить, потребовалось более 12 лет наблюдений и ежедневного учета продуктивности. Поэтому селекционеры всего мира ищут способы раннего прогнозирования продуктивности [13]. В этой связи нами проведена оценка продуктивности 1575 коров с учетом антигенов крови (табл. 3).

Таблица 3

Молочная продуктивность первотелок – носителей разных эритроцитарных антигенов у коров из хозяйства «Заря» Хабаровского края

Эритроцитарные антигены	Удой за 305 дней, кг	Массовая доля жира, %	Количество молочного жира, кг
F/F	3192,20 ± 92	3,84 ± 0,02	122,60
F/V	3381,00 ± 132	3,75 ± 0,02	126,80
V/V	3391,00 ± 360	3,86 ± 0,05	130,90
J	4008,00 ± 116	3,89 ± 0,02	156,00
L	3230,50 ± 116	3,84 ± 0,03	124,00
Z	3385,00 ± 173	3,87 ± 0,03	131,00

Результаты исследований выявили превосходство по величине удоя и количеству молочного жира первотелок с антигеном J. Межгрупповые различия составили 18,0–25,6 % по удою и 19,0–27,2 % по количеству жира.

Вывод

Таким образом, в условиях неполноценного кормления (дефицит питательных веществ в рационе для лактирующих коров составлял по перевариваемому протеину 34 %, по фосфору – 33 %, кальцию – 36 %, каротину – 26 %) голштинская порода не реализует свой потенциал продуктивности. Более того, особи с высоким удоем за первую лактацию выбывают из стада раньше, чем их малопродуктивные сверстницы. Среди 52 долгожительниц (более 6 отелов) не было ни одной коровы с удоем 5000 кг и выше по первой

лактации. Их продуктивность в этот период варьировала от 1500 до 4000 кг молока при среднем удое 2781 кг. Средний возраст первого отела превышал 37 мес. при зоотехнической норме 24–27 мес.

Полученные нами данные позволяют сделать вывод о нецелесообразности завозить импортный скот в хозяйства с низким уровнем кормления и плохим содержанием. Наше мнение согласуется с рекомендациями других авторов [11, 12, 15].

ЛИТЕРАТУРА

1. Василенко Т.Ф., Русаков Р.В. Современные подходы к оптимизации репродуктивных процессов у коров // Проблемы биологии продуктивных животных. 2018. № 1. С. 5–18.
2. Дунин И.М., Новиков А.А., Романенко М.И., Амбросьева Е.Д., Бороздин Э.К., Калашникова Л.А. Правила генетической экспертизы племенного материала крупного рогатого скота. М.: Росинформагротех, 2003. 48 с.
3. Зверева Г.В., Попович И.В., Сергиенко А.И. Как рассчитать экономические потери от бесплодия коров // Мясомолочное скотоводство. 1970. № 5. С. 27–29.
4. Кагермазов Ц.В., Таов И.Х. Влияние внешних экологических условий на воспроизводительную функцию коров в условиях КБР // Agr. Россия. 2018. № 10. С. 37–39.
5. Кирьянов Е.А., Ключников М.Т., Коровко В.И. Воспроизводство стада крупного рогатого скота. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1991. 155 с.
6. Ключников М.Т. Аспекты бесплодия коров на Дальнем Востоке. Хабаровск: Кн. изд-во, 1997. 225 с.
7. Ключникова Н.Ф. Аспекты повышения оплодотворяемости коров. Хабаровск: Кн. изд-во, 2006. 225 с.
8. Ключникова Н.Ф., Ключников М.Т., Ключникова Е.М. Воспроизводство крупного рогатого скота на молочных фермах юга Дальнего Востока // Вестн. ДВО РАН. 2018. № 3. С. 126–129.
9. Ключникова Н.Ф., Ключников М.Т., Ключникова Е.М. Этиология бесплодия коров голштинской породы в условиях Приамурья // Вестн. ДВО РАН. 2017. № 3. С. 98–102.
10. Копытин В.К., Шипилов В.С. Основы повышения плодовитости коров. Смоленск. Кн. изд-во, 2004. 177 с.
11. Модисон В. Селекция отечественного скота: мифы и реальность // Животноводство России. 2009. № 10. С. 4–5.
12. Модисон В. Селекция отечественного скота: мифы и реальность // Животноводство России. 2009. № 11. С. 6–7.
13. Петухов В.Л., Эрнст Л.К., Гудилин И.И. и др. Генетические основы селекции животных. М.: Агропромиздат, 1989. 448 с.
14. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. М.: Колос, 1969. 257 с.
15. Толманов А.А., Катмаков П.С., Гавриленко В.П. и др. Продуктивное долголетие коров – важный селекционный признак // Зоотехния. 1998. № 11. С. 2–3.
16. Шипилов В.С. Физиологические основы профилактики бесплодия коров. М.: Колос, 1977. 336 с.

А.С. ЛЫКОВ

Мясное скотоводство Магаданской области и перспективы его развития

Представлена информация о современном состоянии и перспективах развития мясного скотоводства в Магаданской области. Впервые в условиях области планируется создание высокопродуктивного стада мясного скота, хорошо адаптированного к условиям региона. Перечислены задачи запланированных в этом направлении исследований.

Ключевые слова: развитие мясного скотоводства, скрещивание, помеси, направление исследований.

Beef cattle farming in Magadan Region and prospects for its development. A.S. LYKOV (Magadan Scientific Research Institute of Agricultural, Magadan).

Information about a current state and prospects for development of beef cattle farming in Magadan Region is presented in the article. For the first time in the region, the creation of a highly productive herd of beef cattle well-adapted to the regional conditions is planned. The tasks of the investigations planned in this line of studies are listed.

Key words: development of beef cattle farming, crossing, cross breeds, line of studies.

Одной из проблем современного животноводства является увеличение производства мяса, прежде всего говядины, так как достигнутые объемы продукции в Российской Федерации не обеспечивают потребности населения.

В соответствии с Государственной программой развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на 2013–2020 гг. прогнозируется увеличить поголовье скота мясных пород до 3,6 млн голов, произвести 148,2 тыс. т мяса крупного рогатого скота (КРС), обеспечить в структуре производства говядины увеличение доли высококачественного мяса в 2,5 раза (до 23 %) [14].

Дальнейшее наращивание темпов производства говядины позволит решить основные задачи, сформулированные в Доктрине продовольственной безопасности РФ, в частности обеспечить гарантированное и устойчивое снабжение населения безопасным и качественным продовольствием при одновременном импортозамещении [5].

В РФ созданы предпосылки и реальные возможности технологической модернизации мясного скотоводства и производства высококачественной говядины. Увеличение производства говядины основано на принципе максимального использования биологических возможностей животных, полноценного кормления с применением интенсивной технологии выращивания [9].

Одним из главных путей увеличения производства мяса, в том числе и говядины, является эффективное использование генетического потенциала продуктивности животных, создание новых генотипов с использованием ресурсов лучших мировых мясных пород, обеспечивающих устойчивое повышение мясной продуктивности в местных природно-климатических и кормовых условиях.

ЛЫКОВ Александр Сергеевич – старший научный сотрудник (Магаданский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Магадан). E-mail: agrarian@maglan.ru

В хозяйствах Магаданской области исторически сложилось и развивалось молочное скотоводство. Производство говядины шло в основном за счет откорма сверхремонтного молодняка. Резкое снижение поголовья сельскохозяйственных животных в 90-е годы прошлого столетия и дальнейшее его снижение в начале 2000-х годов привело к значительному сокращению производства мяса, в первую очередь говядины. В результате сокращения поголовья скота 71 % земель сельскохозяйственного назначения в настоящее время не используется. В области за годы экономических преобразований уровень душевого потребления мяса снизился на 38,2 %.

На сегодняшний день доля мяса и мясопродуктов, произведенных на территории области, в структуре потребления на душу населения составляет 7,1 %. Из 72 кг мяса и мясопродуктов, потребляемых в год на человека, только 5,1 кг производится на территории области. Как правило, завозимая продукция имеет преимущество в цене и упаковке, но не всегда является качественной и соответствует санитарным требованиям. Поэтому важной социальной задачей должно стать удовлетворение потребности жителей области в свежих и диетических продуктах местного производства [8].

В настоящее время основное поголовье КРС содержится крестьянско-фермерскими хозяйствами (КФХ), которые выращивают в основном животных молочной голштинской породы. До 2014 г. разведением скота специализированных мясных пород в регионе не занимались, мясной скот и семя для искусственного осеменения в хозяйства области не завозились.

В 2018 г. на территорию Магаданской области было завезено 300 нетелей калмыцкой породы, которые в настоящее время проходят акклиматизацию в суровых природных условиях на базе КФХ «Комарова».

Калмыцкая порода является одной из самых перспективных для разведения в северных регионах. В процессе эволюции калмыцкий скот приобрел способность к отложению большого количества подкожного, внутреннего и межмышечного жира. К зиме у животных отрастает густой волосяной покров с повышенным содержанием пуха и увеличенной толщиной остевого волоса, что обеспечивает защиту организма от потерь тепла зимой [11].

В перспективе, после отела, если адаптация калмыцких коров и их потомства в условиях области пройдет успешно, эти животные будут использованы в качестве основы для формирования маточного стада специализированного мясного направления, что позволит увеличить мясное поголовье и производство высококачественной экологически чистой говядины. Животные калмыцкой породы будут содержаться по системе «корова–теленки». Телята после отъема от коров (в возрасте 6–8 мес.) в течение пастбищного периода будут выпасаться на естественных и культурных пастбищах. Имеющиеся в хозяйстве культурные пастбища, с подсевом многолетних трав и овса, позволяют выпасать калмыцкий скот до образования устойчивого снежного покрова. В зимний период, когда пастбищный корм недоступен, животные будут содержаться в корпусах и на выгульных площадках. В это время их рацион будет состоять в основном из силоса, в период откорма перед забоем рацион животных на 70 % по питательности будет состоять из концентратов.

Завоз в хозяйства области небольшого по численности поголовья животных специализированных мясных пород не позволит в ближайшей перспективе быстро увеличить мясное поголовье и производство экологически чистой говядины высокого качества.

Дополнительным резервом увеличения производства высококачественной говядины может служить создание помесных мясных стад с применением промышленного скрещивания коров и телок молочного направления с быками специализированных мясных пород. Основное направление и уровень производства молока при этом не меняется, а под промышленное скрещивание выделяют малоценных в племенном отношении коров и телок, потомство которых не должно быть оставлено на племя. Молодняк от скрещивания коров молочных пород с быками скороспелых мясных пород выращивают и сдают на

мясо. Помесных телок можно использовать для комплектования основного стада мясного направления [1, 2, 6, 7, 13].

Одним из основных условий эффективности промышленного скрещивания является правильный подбор пород. Взаимодействие генотипов открывает дополнительные возможности использования генетического потенциала животных. При правильном подборе пар для скрещивания можно получать животных, сочетающих высокую энергию роста, унаследованную от отцов, с приспособленностью к местным условиям, полученную от матерей, что особенно актуально для северных регионов с суровыми климатическими условиями [3, 4, 7, 12]. Это позволит повысить среднесуточные приросты, снизить затраты корма на единицу прироста и улучшить качество мяса.

Впервые за всю историю скотоводства Колымы с целью повышения производства говядины и улучшения ее качества в КФХ «Комарова» с 2014 г. проводится промышленное скрещивание скота с использованием производителей специализированных мясных пород. Для осеменения молочных голштинских коров и телок используют семя мясных быков герефордской и абердин-ангусской пород.

Герефордская и абердин-ангусская являются самыми популярными в нашей стране мясными породами, используемыми для промышленного скрещивания. Длительное чистопородное разведение скота этих пород привело к сильной консолидации наследственности. Поэтому в любых скрещиваниях скот этих пород устойчиво передает свои хозяйственно полезные признаки потомству [11].

Исследования по выявлению конкурентоспособных в условиях Магаданской области специализированных мясных пород не проводились, они являются актуальными и востребованными, и в 2018 г. сотрудниками Магаданского НИИ сельского хозяйства такие исследования были начаты. Была разработана концепция развития исследований, проведены реферативный и проблемно-аналитический обзоры по запланированной теме. Новизна запланированных исследований заключается в том, что впервые будет проведена сравнительная комплексная оценка мясных качеств чистопородного молодняка голштинской породы и помесей I и II поколений по герефордской и абердин-ангусской породам, выращенных в условиях Магаданской области. Дана зоотехническая оценка адаптационным качествам чистопородного и помесного скота мясного направления.

Целью запланированных исследований является разработка эффективных методов селекционно-племенной работы, обеспечивающих увеличение производства говядины и улучшения ее качества в условиях Магаданской области.

В рамках первого этапа научно-производственного опыта в 2018 г. изучены рост и развитие помесных бычков в молочный период выращивания [10]. Планируется продолжить запланированные исследования в этом направлении и решить следующие задачи: изучить мясную продуктивность и качество мяса подопытных животных; установить наследственную обусловленность их продуктивных качеств; определить желательные генотипы и возраст убоя на мясо; изучить особенности акклиматизации и адаптации завезенного поголовья калмыцкого скота к новым природно-климатическим условиям; разработать метод селекционно-племенной работы по интенсивности роста и оплате корма при выращивании КРС на мясо в условиях Магаданской области.

Полученные в процессе исследований результаты определяют дополнительные резервы увеличения производства высококачественной говядины. Их внедрение в производство, при достаточном уровне кормления, обеспечивающем устойчивое повышение мясной продуктивности, позволит создать высокопродуктивное товарное стадо мясного скота, хорошо адаптированного к условиям области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батанов С.Д., Корепанова Л.В. Формирование мясной продуктивности у черно-пестрых бычков и помесей второго поколения с герефордской породой // Зоотехния. 2013. № 8. С. 20–21.

2. Габайдулин Н., Тагиров Х., Исаков Р. Продуктивные качества чистопородных и помесных бычков // Молочное и мясное скотоводство. 2011. Спец. вып. S1. С. 25–26.
3. Гильмияров Л., Тагиров Х., Миронова И. Мясные качества молодняка черно-пестрой породы и ее помесей с обрак // Молочное и мясное скотоводство. 2011. № 1. С. 20–21.
4. Гудыменко В.В. Эффективность откорма чистопородных и помесных бычков // Зоотехния. 2014. № 3. С. 18–19.
5. Караваева М.Э., Колотова Н.А., Юлдашбаев Ю.А. Тенденции развития рынка мяса в России // Зоотехния. 2015. № 12. С. 6–8.
6. Кибкало Л., Матвеева Т. Выращивание и откорм чистопородных и помесных бычков для увеличения производства говядины // Молочное и мясное скотоводство. 2012. № 8. С. 28–29.
7. Костомахин Н. Племенные ресурсы крупного рогатого скота России и их рациональное использование // Гл. зоотехник. 2015. № 4. С. 3–9.
8. Кустова С.Б. Разработка эффективного внутрихозяйственного экономического механизма сельхозпредприятий – требование времени // Сельскохозяйственные науки и агропромышленный комплекс на рубеже веков. 2016. № 14. С. 143–148.
9. Легошин Г.П., Шарофеева Т.Г. Приоритетные задачи инновационного развития мясного скотоводства в России // Зоотехния. 2014. № 6. С. 17–20.
10. Лыков А.С. Особенности роста бычков различных генотипов в молочный период // Теоретические и прикладные проблемы агропромышленного комплекса. 2018. № 3. С. 39–41.
11. Солдагов А.П. Полный каталог пород сельскохозяйственных животных России. Домашние животные. М.: ЭКСМО-Пресс: Лик-пресс, 2001. 128 с.
12. Сударев Н.П. и др. Преимущество помесей очевидно: сравнительная оценка мясной продуктивности бычков разных генотипов // Агр. обозрение. 2013. № 3. С. 36–40.
13. Сударев Н.П., Щукина Т.Н. Сравнительная оценка продуктивности бычков разных генотипов // Молочное и мясное скотоводство. 2016. № 5. С. 23–27.
14. Чинаров А.В., Стрекозов Н.И. Стратегия развития внутреннего рынка мяса на среднесрочную перспективу // Зоотехния. 2014. № 6. С. 15–17.

В.Т. ВАСИЛЬЕВА, А.А. ЕФИМОВА,
Т.В. СЛЕПЦОВА, С.М. ТИМОФЕЕВ

Аминокислотный скор сиговых рыб Якутии

*Приведены результаты исследований аминокислотного сгора филе и теши следующих сиговых рыб Якутии: нельма – *Stenodus leucichthys nelma*, чир – *Coregonus nasus*, омуль арктический (ледовитоморский) – *Coregonus autumnalis*, муксун – *Coregonus muksun*, сибирская ряпушка – *Coregonus sardinella*, пелядь – *Coregonus peled*, сиг-пыжьян – *Coregonus lavaretus pidschian*. Установлено, что белковая ценность аминокислотного сгора этих рыб значительно превосходит таковую идеального белка. Теши сиговых рыб богаче незаменимыми и заменимыми аминокислотами, чем филе рыб и идеальный белок.*

Ключевые слова: сиговые рыбы, биологическая ценность, аминокислотный скор, содержание и соотношение аминокислот, идеальный белок.

Amino-acid fast of whitefishes of Yakutia. V.T. VASILYEVA, A.A. EFIMOVA, T.V. SLEPTSOVA, S.M. TIMOFEEV (M.G. Safronov Scientific Yakut Research Institute of Agriculture, Yakutsk).

*This article presents the results of studies of the amino-acid score of the fillet and the fish belly of the following whitefishes of Yakutia: nelma – *Stenodus leucichthys nelma*, chir – *Coregonus nasus*, Arctic cisco – *Coregonus autumnalis*, muksun – *Coregon muksun*, Siberian whitefish – *Coregonus sardinella*, peled – *Coregonus peled*, sig-pydschian – *Coregonus lavaretus pidschian*. It has been established that the protein value of amino-acid score of these fishes significantly exceeds the protein value of the ideal protein. Whitefish belly is richer in essential and interchangeable amino acids than fish fillets and ideal protein.*

Key words: whitefishes, biological value, amino-acid score, content and ratio of amino acids, ideal protein.

Введение

В водоемах Якутии, где насчитывается более 300 тыс. рек и почти 700 тыс. озер различного генезиса и размеров, обитает 39 видов и подвидов рыб (включая проходных и полупроходных) 14 семейств. Рыбы распределяются по водоемам неравномерно: в р. Лена – 37 видов, р. Яна – 31, р. Колыма – 30, р. Индигирка – 29, р. Оленек – 29, р. Анабар – 26, р. Алазея – 22 вида. Основные промысловые виды сиговых рыб – нельма, муксун, омуль, чир, пелядь, сиг и ряпушка [3–6, 10]. Пресноводные рыбы имеют большое значение в питании населения Якутии как основной источник полноценных белков. К настоящему времени получены данные о пищевой ценности караса якутского (*Carassius carassius*), чира обыкновенного (*Coregonus nasus*) [1, 2], изучен аминокислотный состав

*ВАСИЛЬЕВА Валентина Тихоновна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ЕФИМОВА Александра Аркадьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, СЛЕПЦОВА Татьяна Васильевна – научный сотрудник, ТИМОФЕЕВ Семен Меркурьевич – научный сотрудник (Якутский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. М.Г. Сафронова, Якутск). *E-mail: vasvalt@mail.ru

Работа выполнена в рамках государственного задания на 2018 год ФГБНУ ЯНИИСХ им. М.Г. Сафронова 0821-2018-0005 «Изучить влияние технологических процессов на комбинированные рыбные, мясные продукты из местного сырья».

мышечной ткани сига обыкновенного (*Coregonus lavaretus* L.) Кольского полуострова [8]. Остальные виды сиговых рыб Якутии в этом направлении изучены недостаточно. Нами впервые исследована пищевая и биологическая ценность сиговых рыб в условиях Якутии.

Качество пищевого белка определяется его биологической ценностью и усвояемостью, а биологическая ценность белков зависит от содержания и соотношения входящих в их состав аминокислот. Из 28 существующих аминокислот наиболее подробно изучено значение для человеческого организма 8 важнейших, незаменимых (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин), а также заменимых аминокислот (аланин, аргинин, гистидин, глицин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин и цистин). Содержание и соотношение этих важнейших аминокислот в исходном сырье или продукте отражает степень их соответствия потребностям организма человека в аминокислотах [9].

Белки рыбы отличаются наиболее полноценным аминокислотным составом, сбалансированностью, переваримостью и доступностью для процессов обмена в организме человека. Таким образом, население республики в суровых климатических условиях Крайнего Севера, питаясь рыбой семейства сиговых, обеспечивает потребность своего организма белками высокой биологической ценности [7].

Цель работы – изучить полноценность белков по скору аминокислот в филе и в теше сиговых рыб Якутии. В задачи исследования входит определение содержания незаменимых и заменимых аминокислот, проведение сравнительного анализа аминокислотного сора.

Материал и методы

Метод исследования – экспериментально-лабораторный. Объект исследования – пресноводные рыбы Якутии из семейства сиговых: нельма – *Stenodus leucichthys nelma*, чир – *Coregonus nasus*, омуль арктический (ледовитоморский) – *Coregonus autumnalis*, муксун – *Coregonus muksun*, сибирская ряпушка – *Coregonus sardinella*, пелядь – *Coregonus peled*, сиг-пыжьян – *Coregonus lavaretus pidschian*. Материал – филе и теша сиговых рыб.

В местах вылова методом выборки из каждой партии отобраны характерные экземпляры рыб согласно ГОСТ 31339-2006* и быстро заморожены. Для проведения биохимических анализов целые туши быстрозамороженной рыбы предварительно размораживали при комнатной температуре, отделяли чешую и плавники.

Биохимический состав рыбного сырья исследован на инфракрасном анализаторе Spectra Star модели 2200 фирмы Unity Scientific США, калиброванном на основе общепринятых стандартных химических методов в лаборатории переработки сельскохозяйственной продукции и биохимических анализов ЯНИИСХ им. М.Г. Сафронова. Полученные данные обработаны биометрически с использованием программы Microsoft Excel 2007 для Microsoft Windows 2007.

Полноценность белков в сиговых рыбах по скору аминокислот рассчитали на основе анализов, т.е. путем определения соотношения количества каждой аминокислоты в испытуемом белке и количества этой же аминокислоты в гипотетическом белке с идеальной аминокислотной шкалой**:

$$\text{Аминокислотный скор} = \frac{\text{АК, мг в 1 г исследуемого белка}}{\text{АК, мг в 1 г идеального белка}} \times 100 \%,$$

* ГОСТ 31339-2006 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб (с Изменениями № 1, 2).

** Шкала ФАО/ВОЗ (1973). ФАО – продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН; ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения.

Таблица 1

Скор аминокислот белков филе сиговых рыб Якутии

Аминокислоты	Нельма		Чир		Муксун		Омуль		Пелядь		Сиг		Ряпушка	
	АК, г/100 г белков	АКС, %												
Белки, г	14,96		14,70		15,30		14,90		14,80		15,40			
Незаменимые аминокислоты														
Валин	7,29	146	7,78	156	7,12	142	7,32	146	7,32	146	7,36	147	7,14	143
Изолейцин	6,90	173	7,00	175	6,86	172	5,98	150	5,98	150	6,96	174	6,82	171
Лейцин	13,91	199	13,95	199	13,92	199	13,87	198	13,95	199	13,92	199	13,83	198
Лизин	13,09	238	13,94	253	13,00	236	13,10	238	13,20	240	13,18	240	12,92	235
Метионин	4,15	415	4,15	415	4,18	418	4,16	416	4,16	416	4,12	412	4,16	416
Треонин	8,30	208	8,30	208	8,36	209	8,32	208	8,32	208	8,31	208	8,38	210
Триптофан	2,07	207	2,04	204	2,11	211	2,08	208	2,08	208	2,09	209	2,08	208
Фенилаланин	7,48	249	6,87	229	7,58	153	7,45	248	7,52	251	7,57	252	7,53	251
Заменимые аминокислоты														
Аланин	13,12	437	13,13	438	13,20	440	13,08	436	13,15	438	13,01	434	13,18	439
Аргинин	4,88	98	4,90	98	4,86	97	4,88	98	4,89	98	4,92	98	4,84	97
Аспарагиновая кислота	14,63		14,69		14,38		14,63		14,70		14,66		14,55	
Гистидин	7,30	487	4,42	295	4,51	301	4,43	295	4,50	300	4,45	297	4,48	299
Глицин	4,53	91	4,49	90	4,58	92	4,50	90	4,56	91	4,53	91	4,61	92
Глутаминовая кислота	20,76		20,68		20,98		20,74		20,81		20,68		20,91	
Пролин	8,46	121	8,44	121	8,56	122	8,46	121	8,46	121	8,45	121	8,57	122
Серин	7,91	264	7,82	261	8,04	268	7,85	262	7,92	264	7,84	261	8,05	268
Тирозин	7,01	234	6,94	231	7,19	240	6,98	233	7,45	248	6,96	232	7,21	240
Цистин	1,78	89	1,78	89	1,83	92	1,79	90	1,89	94	1,78	89	1,82	91

Таблица 2

Скор аминокислот белков тел ситовых рыб Якутии

Аминокислоты	Нельма		Чир		Муксун		Омуль		Пеядь		Сиг		Япушка	
	АК, г/100 г белков	АКС, %												
Белки, г	13,74		12,90		18,70		18,40		14,80		10,70		14,90	
Незаменимые аминокислоты														
Валин	5,81	116	5,89	118	5,29	106	5,33	107	5,61	112	5,79	112	5,67	113
Изолейцин	7,85	196	8,22	206	6,36	159	6,46	162	7,43	86	9,44	236	7,44	186
Лейцин	15,95	225	16,00	229	15,82	226	15,82	226	15,87	227	15,98	228	15,91	227
Лизин	13,78	251	13,90	253	13,21	240	13,81	240	13,65	248	14,48	262	13,62	248
Метионин	5,28	528	5,20	520	5,29	529	5,27	527	5,20	520	5,23	523	5,20	523
Треонин	10,44	261	10,40	260	10,53	263	10,54	264	10,47	262	10,30	258	10,47	262
Триптофан	1,16	116	1,16	116	1,07	107	1,09	109	1,15	115	1,31	131	1,14	114
Фенилаланин	9,49	316	9,40	313	10,53	351	9,72	324	9,52	370	9,25	308	9,53	318
Заменимые аминокислоты														
Аланин	16,38	546	18,60	620	16,36	545	16,20	543	16,35	545	16,54	551	16,38	546
Аргинин	5,80	116	5,93	119	5,29	106	5,31	106	5,66	113	6,37	127	5,65	113
Аспарагиновая кислота	17,42		17,36		15,88		15,92		17,03		19,16		16,98	
Глутидин	5,66	377	5,58	372	5,78	385	5,76	384	5,68	378	5,51	368	5,70	380
Глицин	5,82	116	5,58	112	6,10	122	6,09	122	5,88	118	5,51	112	5,91	118
Глутаминовая кислота	26,06		25,97		26,31		26,30		19,39		25,98		26,11	
Пролин	10,88	155	10,70	153	11,40	163	11,41	163	11,01	157	10,37	148	11,00	157
Серин	10,35	345	10,16	339	11,18	373	11,14	371	10,54	351	9,53	318	10,54	351
Тирозин	9,47	316	9,16	305	10,80	360	10,71	357	9,80	327	8,13	271	9,80	327
Цистин	2,29	115	2,52	126	2,56	126	2,39	120	2,16	108	2,40	120	2,35	117

где АК – любая аминокислота.

В идеальном (стандартном) белке аминокислотный скор каждой аминокислоты принимается за 100 %. Биологическая ценность – показатель качества белка, который определяется наличием в нем полного набора незаменимых аминокислот в определенном соотношении как между собой, так и с заменимыми аминокислотами (МР 2.3.1.2432-08)**.

Величина аминокислотного сора определяется отношением аминокислотного состава исследуемого рыбного продукта и аминокислотной шкалы идеального белка [11].

Результаты и обсуждение

Исследован аминокислотный состав пресноводных рыб Якутии из семейства сиговых. Как известно, аминокислоты участвуют в строении белков и служат предшественниками многих сложных соединений – гормонов, ферментов, коферментов, алкалоидов, пигментов, медиаторов, выполняющих важные биологические функции. Особое значение имеет определение содержания наиболее важных для организма незаменимых аминокислот, которые поступают только с пищей.

Выявлены незначительные различия в количественном соотношении незаменимых аминокислот в филе сиговых рыб, а именно: валин 7,12 г/100 г (муksун) – 7,78 г/100 г (чир); изолейцин 5,98 г/100 г (омуль, пелядь) – 7,00 г/100 г (чир); лейцин 13,83 г/100 г (ряпушка) – 13,95 г/100 г (чир, пелядь); лизин 12,92 г/100 г (ряпушка) – 13,94 г/100 г (чир); метионин 4,18 г/100 г (муksун) – 4,12 г/100 г (сиг); треонин 8,30 г/100г (нельма) – 8,38 г/100 г (ряпушка); триптофан 2,04 г/100 г (чир) – 2,11 г/100 г (муksун); фенилаланин 6,87 г/100 г (чир) – 7,58 г/100 г (муksун). Различия в содержании аминокислот у исследуемых сиговых рыб могут быть связаны с видовой особенностью и разной кормовой базой изучаемых объектов.

В исследованных пробах изучаемых объектов в количественном отношении из числа заменимых аминокислот доминирует глутаминовая кислота, являющаяся основой биосинтеза аминокислот: в филе – 20,68–20,91 г/100 г, в теше – 19,39–26,31 г/100 г. По результатам исследования аминокислотного состава белков филе и белков теш сиговых рыб произведен расчет аминокислотного сора по шкале ФАО/ВОЗ (1973).

Из данных табл. 1 и 2 видно, что аминокислотный скор в исследованных образцах превышает значение идеального белка: метионин в филе сиговых рыб в среднем в 4,15 раз, в теше – в 5,24 раза; аланин в филе – в 4,37 раз, в теше в 5,57 раз. Наибольший показатель превышения АКС идеального белка наблюдается в теше чира по заменимой аминокислоте аланин – в 6,2 раза. Наибольший показатель превышения АКС идеального белка отмечен в филе нельмы по аминокислоте гистидин – в 4,87 раз, в теше муksуна – в 3,85 раз.

Аминокислоты, по которым показатель ниже, чем идеальный белок – это аргинин (98,0 % в среднем по видам), глицин (91,0 %) и цистин (90,6 %).

Анализ аминокислотного состава филе и теш сиговых рыб Якутии показал, что пищевая ценность белков рыб по аминокислотному составу не уступает таковой белков мяса теплокровных животных.

Выводы

Аминокислотный состав филе и теш нельмы, чира, муksуна, омуля, пеляди, сига и ряпушки по незаменимым и заменимым аминокислотам значительно превосходит белковую ценность идеального белка, кроме заменимых аминокислот аргинина, глицина и цистина.

*** МР 2.3.1.2432-08 Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации.

Существенных различий по аминокислотному скору в филе и тешах сигающих рыб между видами нет.

Содержание в теше незаменимых аминокислот выше, чем в филе, кроме валина и триптофана, содержание заменимых аминокислот выше, чем в филе, кроме гистидина в нельме.

Таким образом, белки сигающих рыб Якутии отличаются высокой биологической ценностью и являются источником белкового питания населения в экстремальных условиях Севера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамов А.Ф., Ческидович А.Н., Слепцова Т.В., Егорова Е.А. Пищевая и биологическая ценность караса якутского (*Carassius carassius jacuticus* Kirillov). Новосибирск: АНС «СибАК», 2018. 112 с.
2. Абрамов А.Ф., Слепцова Т.В., Ефимова А.А. Пищевая и биологическая ценность чира *Coregonus nasus* (Pallas) индигирской популяции в Республике Саха (Якутия) // Наука и образование. 2016. № 1. С. 91–95.
3. Карпова Л.Н., Кириллов А.Ф., Сивцева Л.В., Жирков Ф.Н., Апсолихова О.Д., Венедиктов Е.Ю., Венедиктов С.Ю., Карпов С.О., Климовский А.И., Свешников Ю.А. Результаты мониторинга водных биологических ресурсов на водоемах Республики Саха (Якутии) // Вестн. рыбохоз. науки. 2015. Т. 2, № 2 (6). С. 3–17.
4. Кириллов А.Ф. Живое серебро Якутии. Якутск: Уранхай, 2010. 240 с.
5. Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. М.: Научный мир, 2002. 194 с.
6. Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжин И.Б. и др. Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2009. 176 с.
7. Лебедева У.М., Абрамов А.Ф. Основы рационального питания населения Якутии. Якутск: Изд-во СВФУ им. М.К. Аммосова, 2015. 246 с.
8. Мишанина Л.А. Аминокислотный состав мышечной ткани сига обыкновенного (*Coregonus lavaretus* L.) Кольского полуострова // Вестн. МГТУ. 2018. Т. 21, № 2. С. 295–302.
9. Свойства аминокислот, значение аминокислот в спортивном питании. – <http://www.bioman.ru/list/list1.php> (дата обращения 01.02.2019).
10. Слепцов Я.Г. Промысловое рыболовство Якутии. Новосибирск: Наука, 2002. 112 с.
11. FAO/WHO Expert consultation on protein quality evaluation / Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1990.

А.Ю. ГЛЫЗИНА, А.С. ЗЫРЯНОВ,
В.О. САЛОВАРОВ, А.И. ПОВАРИНЦЕВ

О гнездовом поведении птенцов москочки *Parus ater ater* L., 1758 по наблюдениям в Южном Предбайкалье

Рассматривается изменение поведения птенцов москочки со дня их вылупления до вылета из гнезда. Объектом для исследования стали четыре гнезда москочки, расположенные в пределах Приморского хребта, к югу от Байкала. Наблюдения велись при помощи видеокамер с датчиками движения, что позволило отследить весь гнездовой период жизни птенцов. В результате были выявлены пять этапов развития поведения птенцов. На первом этапе птенцы малоподвижны, способны открывать клювы для приема пищи. На втором этапе птенцы могут медленно передвигаться в гнезде, обычно движение направлено на сближение друг с другом для сохранения тепла. Появляются попытки вытягивания шеи и взмахивания крыльями, становятся хорошо слышны издаваемые птенцами звуки. Третий этап характеризуют увеличение доли двигательной активности по гнезду и конкурентные перемещения в борьбе за получение корма. Четвертый этап – перед вылетом – продолжается около четырех дней, в это время появляются новые формы поведения, такие как чистка оперения и перепархивание. Последний этап занимает один день (18-й от вылупления): птенцы покидают гнездо, научившись летать.

Ключевые слова: москочка (*Parus ater ater* L., 1758), постэмбриональный период, птенцы, поведение, Южное Предбайкалье.

Nesting behavior of chicks of a coal tit (*Parus ater ater* L., 1758) according to observation in the South of Baikal Region. A.Yu. GLYZINA, A.S. ZYRYANOV, V.O. SALOVAROV, A.I. POVARINTCEV (A.A. Ezhevsky Irkutsk State Agrarian University, Irkutsk).

The article is devoted to the study of changes in the behavior of coal tit chicks from hatching to the leaving the nest. The study was performed on four nests of coal tits located within Primorsky Range, the South part of the Baikal Region. Observations were carried out using special video cameras with motion detectors. It was possible to track the full life cycle of chicks in the nest. There are five stages in the development of chicks' behavior. In the first stage the chicks are inactive and have the opportunity to open the beak to receive food only. In the second stage the chicks are able to move slowly in the nest. Usually this movement to each other helps the chicks come together to save heat of body. There are attempts of stretching the neck and flapping its wings. The sounds made by the chicks already well heard at this period. The third stage is connected with an increase in movement activity in the nest and a competitive movement in fighting for food. The fourth stage precedes the leaving of the nest and lasts about four days. At this time preening and flashing are appearing. The last stage takes place on the 18th day of individual development. Chicks fly out of the nest.

Key words: coal tit (*Parus ater ater* L., 1758), postembryonic period, chicks, behaviour, the South of Baikal Region.

Введение

Постэмбриональное развитие разных видов воробьиных птиц, в том числе рода *Parus*, исследовалось многими авторами [1, 6, 12, 13, 15, 16]. Отечественные и зарубежные

*ГЛЫЗИНА Анна Юрьевна – аспирант, ЗЫРЯНОВ Алексей Сергеевич – старший преподаватель, САЛОВАРОВ Виктор Олегович – доктор биологических наук, профессор, ПОВАРИНЦЕВ Александр Игоревич – старший преподаватель, (Иркутский государственный аграрный университет им. А.А. Ежевского, Иркутск).

*E-mail: ania.glyzina@yandex.ru

орнитологи неоднократно писали о поведении птенцов, например, большой синицы *Parus major major* L., 1758 на ранних стадиях жизни [5, 8, 10, 11, 14, 17]. Тем не менее многие особенности и этапы становления поведенческих реакций молодых птиц остаются неизученными. В естественной среде обитания особенно трудно проследить поведение птенцов, развитие которых проходит в дуплах. В этом случае незаменимую помощь могут оказать современные средства фото- и видеofиксации.

Из работ, посвященных изменению поведения птенцов москочки *Parus ater ater* L., 1758 в постнатальный период, нам известна только одна. Исследования были проведены в Западном Забайкалье. В данном сообщении при описании развития птенцов Э.Н. Елаев кратко упоминает о некоторых характерных чертах поведения птенцов, находящихся в гнезде [4]. К сожалению, к настоящему времени не было публикаций о поведении птенцов москочки на территории Предбайкалья.

Поэтому цель данной работы – дать общую характеристику поведения птенцов москочки в период их нахождения в гнезде в условиях Южного Предбайкалья.

Материалы и методика

Наблюдения за гнездованием птиц-дуплогнездников проводились на территории учебно-опытного охотничьего хозяйства «Голоустное» Иркутского государственного аграрного университета им. А.А. Ежевского, в районе базы «Мольты». В этом месте сливаются три реки: Большие Мольты, Нижний Кочергат и Еловка (52°3,063' с.ш., 105°13,347' в.д.). Гнезда москочки располагались в смешанном сосново-березовом лесу с развитым подростом из розы ивливой, рододендрона даурского, багульника болотного и подростом сосны обыкновенной и березы. Объектом для исследования стали четыре гнезда, два из которых располагались в искусственных гнездовьях, два – в естественных дуплах. Наблюдения за развитием и поведением птенцов проводили ежедневно примерно в одно и то же время до их вылета из гнезда. В дуплах птенцы нами были найдены в 4- и 7-дневном возрасте. Соответственно, все характеристики поведения отмечались для них с этого момента.

Для наблюдения за поведением птенцов внутри искусственного гнезда была установлена фотоловушка Bushnell Trophy Cam HD, а в дупле – купольная видеочка Hikvision. Камеры, оборудованные датчиками движения, при срабатывании записывали видео, что позволило при камеральной обработке выделить соответствующие формы поведения птенцов, формирующиеся в онтогенезе. За остальными гнездами велись визуальные наблюдения, суть которых заключалась в ежесуточном описании изменения размеров птенцов и их поведения. Для того чтобы птенцов в гнезде было легче различать, на цевку им повязали цветные нитки мулине, а позже их окольцовывали алюминиевыми кольцами с индивидуальным номером. Всего было отслежено развитие 25 птенцов.

Результаты и обсуждение

Вылупление птенцов происходит в результате разгибательных движений конечностей, шеи и спины, из-за чего скорлупа, проклонутая с помощью яйцевого зуба, раскалывается пополам [7, 14]. Известно, что птенцы одного выводка появляются на свет в течение двух суток [4, 8]. В нашем случае в первом гнезде из восьми яиц сначала вылупились четыре птенца, еще два – на следующие сутки; во втором из пяти отложенных яиц два птенца вылупились в течение суток, два яйца оказались болтунами, одно яйцо было выброшено птицей.

До сих пор не установлено, помогает ли самка вылупляться птенцам. Ранее исследователями не было этого замечено [7]. Мы также не можем подтвердить или опровергнуть данный факт, так как фотоловушка находилась на крышке скворечника, и на снимках не

удалось разглядеть все особенности поведения самки в момент проклеивания птенцов. Видеонаблюдение показывает, что, как правило, самка неподвижно сидит на кладке во время вылупления, временами приподнимается и заглядывает под себя, иногда клювом трогает освобождающегося от скорлупы птенца.

Во время вылупления, когда птенец уже смог освободить переднюю часть тела, наблюдается замедленное открывание и закрывание клюва. Скорее всего, подобная реакция связана с установлением нормального дыхания [7, 8, 12, 13]. После вылупления птенцы около часа лежат неподвижно, практически в положении эмбриона, подогнув под себя голову.

К концу первого дня все вылупившиеся птенцы обсыхают и начинают двигаться, в результате они располагаются в характерной для этого периода групповой позе: грудками к центру гнезда, гузками к краю, а шеи как бы переплетаются между собой таким образом, что голова одного птенца лежит на спине другого. Так, плотно прижавшись, птенцы сохраняют тепло во время отсутствия самки [7].

В первый день птенцы еще не в состоянии самостоятельно держать голову, лежат в гнезде в полусогнутой позе или даже вверх брюшком, но уже способны раскрывать рот и издавать слабый писк (см. рисунок).

В ходе эксперимента установлено, что раскрытие рта вызывают самые разные тактильные раздражители: прикосновение к голове, шее или спине птенца, сотрясение гнезда или небольшое дуновение. Резкие звуки, такие как щелканье или свист, воспроизводимые вблизи птенца, также вызвали эффект раскрытия рта, когда слуховые проходы еще закрыты кожей [7]. Эффект в данном случае, вероятно, может возникать не только в результате воздействия на слуховые рецепторы, но и на тактильные, в результате движения воздуха, которое воспринимается всей поверхностью тела. Такое же поведение для многих видов описывала Е.В Лукина, объясняя появление данных реакций быстрым формированием условных рефлексов, которые вырабатываются с самого начала кормления родителями птенцов [7].

Со 2-го дня жизни птенцы отвечают на звуковой раздражитель поднятием головы, помимо писка и раскрытия рта. При выпрашивании корма новорожденные птенцы издают



Птенцы московки в первый день после вылупления во время измерений

тихий, отрывистый писк, который можно услышать только на очень близком расстоянии. Реакция дефекации у птенцов также проявляется с первых дней жизни. В первые два дня птенцы еще не могут ориентировать тело при дефекациях, они просто приподнимают гузку вверх. Но когда птенец подрастает, он направляет гузку к краю гнезда. Как правило, птенец испражняется сразу после получения пищи, пока кормящий родитель еще находится в гнезде.

На 3-й день после вылупления птенцы при появлении родителей с кормом начинают упираться цевками в дно гнезда, немного приподнимаются, резко поднимают голову, сильно вытягивая шею и раскрывая рот. Как только взрослая птица кладет свой клюв в рот птенца, он тотчас же начинает махать крылышками, выпрашивая пищу. Когда птица вынимает клюв, движения прекращаются. Некоторыми авторами высказывается предположение, что птенец во время кормления не просто взмахивает крыльями, а производит колебательные движения, тем самым тренируя свою мускулатуру и подготавливая тело к будущему полету [7]. Однако такое поведение птенцов является универсальным для большинства видов воробьинообразных и представителей многих других отрядов птиц, оно отмечено также у взрослых самок, сидящих на гнезде во время кормления их самцом.

На 4-й день птенцы, увидев или услышав взрослую птицу, раскрывают рты, кричат и принимаются махать крыльями еще до того момента, как получают корм в рот. Как считает Е.В. Лукина, подобное явление – раскрывания клюва – производит раздражение углов рта и клювных валиков, что вызывает трепетание крыльев [7]. Птенцы более уверенно приподнимаются на лапах, и их голос слышен на расстоянии до 10 м [3], на что также указывал и А.С. Мальчевский [8].

На 5–6-й день на коже птенцов появляются пеньки на всех птерилиях. Слуховые проходы и ноздри полностью открываются. С тех пор как родители вылетят из гнезда, птенцы начинают хаотично передвигаться, что в конечном итоге приводит к формированию групповой позы, что необходимо для сохранения тепла, а также для удобства приема пищи, после того как родители прилетают с кормом.

Если птица не проталкивает пищу в полость рта птенцу достаточно глубоко, то сглатывания не происходит [7]. Тогда кормящая птица вынимает корм изо рта и снова вкладывает его обратно этому же птенцу, повторяя акт кормления.

В возрасте семи дней внешний вид птенцов начинает резко изменяться. На всех пеньках уже имеются кисточки, кроме второстепенных маховых. Клюв и клювные валики желтые, кончик клюва зеленоватый. Глаза полностью открыты только у старших птенцов, у младших, вылупившихся на день позже, просматриваются четко обозначившиеся щели. С этого времени птенцы начинают активно передвигаться по гнезду, в отличие от предыдущих дней, становятся более восприимчивы к звукам, издаваемым вне полости дуплянки.

На 8-е сутки птенцы еще более активны. Во время изъятия из гнезда для проведения измерений они хорошо передвигаются по гладкой и скользящей поверхности, при этом используют все конечности [3].

На 9–10-е сутки поведение птенцов почти не отличается от предыдущего дня. Временами младшие бывают активнее старших, однако не всегда. Нами было замечено, что старшие птенцы, более сильные и энергичные, перехватывают у них корм, в результате чего младшие начинают интенсивно отставать в росте [3, 8] и чаще всего погибают. Скорее всего, периодические вспышки активности младших птенцов связаны с голодом и попытками занять наиболее удачное место для кормления. Нам удалось пронаблюдать за подобным явлением, когда в первом естественном дупле из восьми птенцов до вылета дожили только два. Гибель птенцов связана с редким прилетом родителей с кормом. При подсчете суточной активности выяснилось, что самка прилетала 4 раза в час. Иногда она залетала в гнездо и сразу же вылетала вместе с кормом и через некоторое время прилетала уже совсем с другим. Самец прилетал еще реже.

В результате один птенец погиб на 8-е сутки. На 16-е сутки нами было обнаружено еще два погибших птенца. Ежедневное взвешивание показало, что масса тела, по сравнению с

предыдущим днем, сократилась у них на 1,52 г. На 17-й день погиб еще один птенец, его масса сократилась на 1,14 г по сравнению с предыдущим днем. На 18-й день погиб шестой птенец. Его масса за день сократилась на 1,11 г. Таким образом, до вылета из дупла дожили только два птенца, у которых масса тела хоть и колебалась в течение суток, но не до критических показателей.

Во втором естественном дупле погибли всего два птенца. Они сильно отставали по массе и развитию по сравнению с другими. На гибель повлияло то, что диаметр гнезда был 8 см и птенцы вынуждены были сидеть друг на друге и практически весь корм доставался сидящим ближе к летку.

К 11-му дню, когда глаза птенцов полностью открыты, посторонние шорохи, раздающиеся снаружи, сильно пугают их. В результате появляется новая форма в их поведении в виде обратной реакции – они сгруппировываются, плотно прижимаются друг к другу и к гнезду и не издают ни единого звука. При открывании крышки для изъятия птенца из гнезда тот старается спрятаться под другого птенца, при этом издает тревожные звуки, на которые прилетают иногда оба родителя, но чаще всего только самка.

На 12–15-й день в поведении птенцов преобладает ухаживание за оперением, в свободное время они чистят крылышки и хвост. Птенец, который находится сверху, репетирует свой полет, остальные спокойно сидят под ним.

На 16–17-й день птенцы продолжают заниматься уходом за оперением. При открывании крышки синичника они сбиваются в плотный комок, цепко хватаются за подстилку гнезда или пытаются выпорхнуть. Подобное явление было описано другими исследователями, изучавшими постэмбриональный период москочков, когда беспокойство птенцов в последние два дня их нахождения в гнезде провоцировало преждевременный вылет [2, 4, 8].

Во время наших наблюдений птенцы из всех четырех выводков покинули гнездо на 18-й день после вылупления. Перед вылетом происходят изменения в их поведении. Птенцы становятся более активными, чем в предыдущие дни. Сначала они пробуют летать внутри гнезда, с силой машут крыльями, вцепляясь пальцами в подстилку, чистят перья, запрыгивают на леток и прыгивают обратно в гнездо.

Более смелые особи садятся на леток и сразу вылетают из дуплянки. Пролетев метра полтора-два, они садятся на ветку и через какое-то время улетают дальше. Остальным требуется несколько повторений, чтобы набраться смелости и вылететь из гнезда.

В публикации М.Ю. Марковца, исследовавшего молодых больших синиц на Куршской косе, описано, что после вылета выводок уходит за родителями на расстояние 20–250 м от места гнездования и в течение нескольких дней остается в этих пределах [9]. В нашем случае вылетевшие птенцы держались от дуплянки не далее 25 м, и на протяжении трех суток у слетков сохранялся гнездовой стереотип поведения. Они малоподвижны, держатся рядом друг с другом и большую часть времени сидят среди ветвей в ожидании прилета родителей с кормом. В этот период птенцы занимаются уходом за оперением, очищением его от чехликов [9]. С 21-дневного возраста двигательная активность у птенцов повышается, выводок становится более мобильным. Слетки начинают следовать за родителями, при этом настойчиво выпрашивают корм [7]. В 22-дневном возрасте у птенцов отмечены попытки самостоятельного питания, они активно передвигаются, и возможность наблюдения за ними сильно усложняется.

Заключение

Вылупление птенцов в основной массе проходит на 18–19-е сутки после начала насиживания: на 18-е сутки вылупляется 75 % птенцов, на 19-е – 25 %. Вылет птенцов во всех случаях проходит на 18-й день после вылупления, и обычно от вылета из дупла первого птенца до вылета последнего проходит от 1 до 5–6 ч. В процессе постнатального

развития двигательной активности птенцов в гнезде условно можно выделить следующие этапы. На первом этапе подвижность птенцов невысока, что прежде всего связано с еще не развитой мускулатурой. Реакция на внешние раздражители проявляется, в первую очередь, в виде движений, связанных с выпрашиванием корма. На втором этапе уровень подвижности повышается (возникает способность менять свое положение в гнезде, вытягивать шею, активно взмахивать крылышками), отмечено издавание громких хорошо слышимых акустических сигналов. Как правило, это происходит на 3–4-й день после вылупления. На третьем этапе – с 5-го по 10-й день – птенцы активно передвигаются по гнезду, преодолевая препятствия в виде стенок лотка или своих соседей. В гнездах с ограниченным пространством отмечается борьба за перемещение ближе к летку. Посторонние шумы, открытие крышки дуплянки не пугают их, а вызывают реакцию кормового поведения. Четвертый этап – условно с 12-го дня до последнего дня перед вылетом – характеризуется тем, что птенцы все больше и больше времени тратят на передвижение по гнезду, к концу периода они начинают перепархивать. Птенцы научаются чистить оперение и по мере его развития уделяют этому процессу все больше внимания. Реакция на внешние раздражители проявляется как в затаивании, так и хаотичных движениях. На последнем, пятом, этапе появлялась способность к полету и птенцы покидали гнезда.

ЛИТЕРАТУРА

1. Венгеров П.Д. Экология размножения большой синицы (*Parus major*) в островном лесу Центрального Черноземья (на примере Воронежского заповедника) // Вестн. Оренбург. гос. пед. ун-та. 2018. № 1 (25). С. 9–21.
2. Гавлюк Э.В. Характеристика сроков размножения у некоторых видов синиц Ленинградской области // 24-е Герценовские чтения. Биология. Л., 1972. С. 90–92.
3. Глызина А.Ю., Сафонов Ф.С., Зырянов А.С., Саловаров В.О. К постэмбриональному развитию гнездовых птенцов московки (*Parus ater* L., 1758) // Материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Проблемы и перспективы устойчивого развития агропромышленного комплекса», посвященной памяти А.А. Ежевского. Иркутск: Иркут. гос. аграр. ун-т им. А.А. Ежевского, 2018. С. 313–321.
4. Елаев Э.Н. Экология симпатричных популяций синиц (на примере бассейна озера Байкал). Улан-Удэ: Изд-во Бурят. ун-та, 1997. 159 с.
5. Иванкина Е.В., Керимов А.Б., Ильина Т.А., Бушуев А.В., Гриньков В.Г. Многолетняя динамика численности и показатели продуктивного успеха подмосковных популяций большой синицы (*Parus major*) и мухоловки-пеструшки (*Ficedula hypoleuca*) // Динамика численности птиц в наземных ландшафтах. 30-летие программ мониторинга зимующих птиц России и сопредельных регионов: материалы Всерос. науч. конф., Звенигородская биологическая станция МГУ, 17–21 марта 2017. М.: Т-во науч. изданий КМК, 2017. С. 208–211.
6. Косякова А.Ю. Москвовка *Periparus ater* (Linnaeus, 1758) (Aves; Passeriformes) в центральной части Мещерской низменности // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2017. Т. 26, № 4. С. 106–111.
7. Лукина Е.В. Развитие птенцов воробьиных птиц и формирование их поведения // Рус. орнитол. журн. 2003. Т. 12, № 219. С. 412–424.
8. Мальчевский А.С. Гнездовая жизнь птиц: Размножение и постэмбриональное развитие лесных воробьиных птиц Европейской части СССР. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1959. 281 с.
9. Марковец М.Ю. Поведение молодых больших синиц после вылета из гнезда // Тез. докл. 12-й Прибалт. орнитол. конф. Вильнюс, 1988. С. 139–141.
10. Промптов А.Н., Лукина Е.В. Опыты по изучению биологии и питания большой синицы *Parus major* в гнездовой период // Рус. орнитол. журн. 2008. Т. 17, № 454. С. 1787–1793.
11. Промптов А.Н. Очерки по проблеме биологической адаптации поведения воробьиных птиц. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1956. 311 с.
12. Серпокрьл Н.С. Заметки о функциональном формировании анализаторных систем и поведенческих реакций птенцов в связи с экологическими особенностями гнездования птиц // Биология питания, развития и поведение птиц. Л., 1976. С. 101–114.
13. Серпокрьл Н.С. Некоторые наблюдения за вылуплением ряда видов воробьиных птиц // Биология питания, развития и поведение птиц. Л., 1976. С. 85–93.
14. Смирнов О.П. О поведении птенцов большой синицы *Parus major* // Рус. орнитол. журн. 2007. Т. 16, № 375. С. 1170–1173.
15. Чмутова А.П. Постэмбриональное развитие серой вороны // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1955. Т. 60, № 4. С. 63–66.
16. Шутенко Е.В. О летнем поведении молодых серых ворон // Биологические основы рационального использования животного и растительного мира: тез. докл. молодых ученых-биологов. Рига, 1978. С. 182–183.
17. Perrins C. British Tits. L.: Collins, 1980. 304 с.



Мария Павловна Михайлова

В 2006 г. окончила естественно-географический факультет Благовещенского государственного педагогического университета. С 2014 по 2018 г. обучалась в аспирантуре Дальневосточного государственного аграрного университета по направлению 06.06.01 – Экология (биологические науки). Научным руководителем является доктор сельскохозяйственных наук, академик РАН, заслуженный деятель науки РФ В.Т. Синеговская. Во Всероссийском научно-исследовательском институте сои работает с 2014 г., в 2018 г. переведена на должность старшего научного сотрудника лаборатории первичного семеноводства и семеноведения.

Основное направление исследований – изучение особенностей адаптации сои новых сортов амурской селекции при ее возделывании с использованием новых биологически активных веществ и высокоэффективных гербицидов. Результаты исследований представлялись на региональных и международных конференциях, молодежных форумах, инновационных конвентах и конкурсах молодых ученых. В 2014 г. за инновационный проект на международном конкурсе «Рациональное природопользование» (г. Владивосток) Мария Павловна была награждена дипломом. В 2018 г. приняла участие в конкурсе на соискание премии ДВО РАН имени выдающихся ученых Дальнего Востока. За научно-исследовательскую работу в области сельскохозяйственных культур на тему «Роль биологически активных веществ в формировании устойчивости растений сои к воздействию гербицидов» была удостоена премии им. академика А.К. Чайки.

УДК 581.522.4:577.15:575.113.5

DOI: 10.25808/08697698.2019.205.3.024

М.П. МИХАЙЛОВА

Роль пероксидазы в повышении устойчивости растений сои к неблагоприятным факторам

*Представлены результаты исследований удельной активности пероксидазы в листьях сои сорта МК 100 селекции Всероссийского научно-исследовательского института сои под влиянием гербицида Пульсар (д.в. имазамокс) и препарата БиоЛарикс, полученного путем переработки лиственницы даурской (*Larix gmelinii*). Исследования проводились на опытном поле ВНИИ сои в 2016–2018 гг. Установлено, что ежегодное применение гербицида Пульсар в фазу 3-го тройчатого листа приводит к сокращению удельной активности изучаемого фермента. Препарат природного происхождения снижает негативное воздействие гербицида, вызывает активизацию фермента пероксидазы и приводит к усилению метаболических процессов, что способствует*

МИХАЙЛОВА Мария Павловна – старший научный сотрудник (Всероссийский научно-исследовательский институт сои, Благовещенск). E-mail: mmp@vniisoi.ru

адаптации растений сои на клеточном уровне. В результате действия листовенничного экстракта биологическая урожайность семян сои в среднем за 3 года увеличилась на 0,2 т/га.

Ключевые слова: соя, пероксидаза, биологически активное вещество, гербицид.

The role of peroxidase in the increasing of soybean plant resistance to unfavorable factors. M.P. MIHAILOVA (All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, Blagoveshchensk).

*The research results of specific activity of peroxidase in soybean leaves of variety MK 100, selected by the All-Russian Scientific Research Institute of Soybean, under the influence of herbicide Pulsar (active ingredient imazamox) and BioLarix preparation obtained by the processing of Dahurian larch (*Larix gmelinii*) are presented. The studies were conducted on the experimental field of the ARSRI of soybean in 2016–2018. It was established that the annual use of the herbicide Pulsar in the phase of the 3rd ternate leaf led to a decrease in the specific activity of the enzyme being studied. The preparation of natural origin reduce the negative effect of the herbicide, caused activation of the enzyme peroxidase and lead to an increase in metabolic processes that contributes to the adaptation of soybean plants at the cellular level. As a result of the action of the larch extract, the biological yield of soybean seeds increased on the average over 3 years by 0.2 t/ha.*

Key words: soybean, peroxidase, biologically active substance, herbicide.

Введение

Детальное изучение физиологических процессов на биохимическом уровне представляет большой интерес для оценки адаптации растений к воздействию факторов, индуцирующих окислительный стресс [7]. Первостепенное значение имеют исследования защитных ферментов, обеспечивающих нейтрализацию абиотических и антропогенных факторов среды и являющихся важнейшими инструментами сохранения гомеостаза [9]. Повышение активности антиоксидантных ферментов к разным видам стрессовых воздействий показано в работах [3, 14, 15]. Один из таких ферментов – пероксидаза. Она участвует в защитном механизме от негативного воздействия среды, при этом ее активность варьирует в зависимости от вида, концентрации и продолжительности стрессового воздействия. Присутствие фермента в хлоропластах указывает на его участие в окислительно-восстановительных реакциях в процессе фотосинтеза, а обнаружение пероксидазы в митохондриях – на участие в энергетическом обмене клетки [6]. Энзиматическая активность в онтогенезе растений сои зависит от сортовой специфики, метеорологических условий и применяемых средств защиты растений [5, 11, 12].

Использование химических средств защиты растений является одним из важнейших приемов при возделывании сельскохозяйственных культур. Действующие вещества гербицидов обладают уникальной биологической активностью в отношении большинства объектов, поэтому их относят к активным стрессорам. Гербициды вызывают стрессовые состояния у культурных растений, проявляющиеся как на физиологическом, так и на морфологическом уровне. Нередко после применения гербицидов у растений наблюдаются замедление роста и развития, деформация и пожелтение листьев, появляются точечные некрозы [1, 4, 10]. В последние годы в большинстве регионов России возросла доля гербицидов на основе имазамокса, к которым относится гербицид Пульсар. Имазамокс был зарегистрирован в США в 1997 г. [17]. В России на сегодняшний день зарегистрированы и рекомендованы к применению гербициды с действующими веществами имазамокс, имазапир и имазетапир [13].

Достичь максимальной продуктивности культуры при повышении устойчивости растений к гербицидам можно путем воздействия иммуномодуляторов и адаптогенов как антиоксидантов, повышающих устойчивость растений к стрессовым факторам окружающей среды. Особенность действия данных препаратов в том, что они интенсифицируют физиолого-биохимические процессы в растениях и одновременно повышают устойчивость к стрессам. Будучи естественными соединениями, они непосредственно включаются в метаболизм растений, не оказывая вредного влияния на почву и окружающую среду [2].

Наибольший интерес среди них представляют экологически безопасные регуляторы роста природного происхождения, к каковым относятся продукты переработки лиственницы даурской (*Larix gmelinii*). Препараты на ее основе обладают широким спектром физиологической активности, являются высокоэффективными антидотами, повышают устойчивость растений к токсическому воздействию гербицидов [3].

Цель исследований – изучить изменение активности пероксидазы в листьях сои под воздействием абиотических и антропогенных факторов.

Материал и методы

Исследования проводили в 2016–2018 гг. на опытном поле Всероссийского научно-исследовательского института сои в южной зоне Амурской области. Метеорологические условия вегетации в этот период различались по температурному режиму и количеству осадков. Начало вегетационного периода 2016 г. характеризовалось неустойчивым температурным режимом, частыми дождями, высокой относительной влажностью воздуха. Среднемесячная температура воздуха составляла 17 °С, что ниже климатической нормы на 2 °С. Осадков выпало 111 мм, т.е. на 31 % выше многолетней нормы. В первые фазы развития растений вегетационного периода 2017 г. были отмечены резкие перепады температур (от 9,5 до 21,5 °С), а в фазу цветения (июль) наблюдались высокие температуры воздуха и недостаток влаги (64 % от нормы). Вегетационный период 2018 г. отличался неустойчивым температурным режимом, частыми дождями, высокой относительной влажностью воздуха. В фазу 3-го тройчатого листа среднемесячная температура воздуха составляла 17,9 °С, что ниже климатической нормы на 0,9 °С, осадков выпало 188,2 мм, или 221 % от нормы. В фазу цветения количество осадков на 71 % превысило норму. В результате наступило переувлажнение почвы, что способствовало частичному угнетению растений и удлинению периода вегетации сои.

Объектами исследований были растения среднеспелого сорта МК 100 селекции ВНИИ сои. Обработку семян биологическим препаратом БиоЛарикс производства компании «Аметис» (д.в. дитерпеновые спирты и углеводороды + дигидрокверцетин) проводили в день посева в рекомендуемой дозе. Вегетирующие растения опрыскивали гербицидом Пульсар (д.в. имазамокс) в фазу 3-го тройчатого листа в дозе 0,8 л/га. Отбор растений проводили в фазы 3-го тройчатого листа и цветения.

Активность пероксидазы в листьях растений сои определяли по методу А.Н. Бояркина в модификации А.Т. Мокроносова и выражали в единицах активности на 1 мг белка, количество белка оценивали методом Лоури [8, 16].

Результаты и обсуждение

В результате исследований установлено, что удельная активность пероксидазы в клетках растений сои контрольного варианта в фазу 3-го тройчатого листа в меньшей степени зависела от метеорологических условий (рис. 1). Наименьшая удельная активность фермента отмечена в растениях сои в 2018 г., так как данный период вегетации характеризовался переувлажнением почвы, и растения были в достаточной степени обеспечены влагой. К подобным выводам пришли и другие исследователи [11]. Применение гербицида Пульсар, действующее вещество которого является ингибитором синтеза ряда аминокислот, привело к снижению удельной активности изучаемого фермента в фазу 3-го тройчатого листа во все годы исследований. Наименьшее значение (28,1 ед./мг белка) было зафиксировано в 2018 г.

В фазу цветения недостаток почвенной влаги в 2016 г. вызвал повышение удельной активности пероксидазы в растениях контрольного варианта (83,2 ед./мг белка),

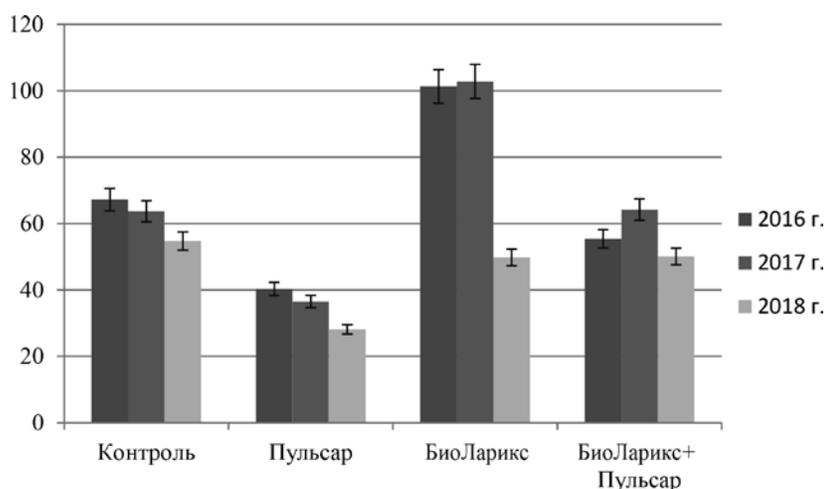


Рис. 1. Активность пероксидазы в листьях сои сорта МК 100 в фазу 3-го тройчатого листа

а переувлажнение почвы в 2017–2018 гг. способствовало снижению активности фермента. Наиболее неблагоприятным для роста и развития сои был вегетационный период 2018 г., когда активность фермента в растениях составляла 45,6 ед./мг белка (рис. 2). Применение гербицида Пульсар в фазу цветения не оказало влияния на величину удельной активности пероксидазы, кроме 2016 г., когда отмечалось снижение активности фермента в 1,5 раза по сравнению с контролем.

Природный стимулятор роста растений БиоЛарикс, препарат с высокой фунгицидной активностью, активизировал обменные процессы, что подтверждается повышением уровня удельной активности пероксидазы. Высокая удельная активность фермента (101,3 и 102,8 ед./мг белка) отмечена при применении биопрепарата в 2016–2017 гг. в фазу 3-го тройчатого листа растений сои по сравнению с контролем, а в фазу цветения повышенные активности фермента на 27,6 ед./мг белка относительно контроля наблюдали только в 2018 г. Усилению метаболических процессов и увеличению пероксидазной активности способствовало совместное применение гербицида Пульсар и препарата БиоЛарикс благодаря снижению стрессового воздействия гербицида. Наиболее высокая удельная активность (около 80 ед./мг белка) в фазу цветения выявлена при обработке БиоЛарикс + Пульсар в 2016–2017 гг., наименьшая (41,7 ед./мг белка) – в 2018 г., что связано с неблагоприятными погодными условиями.

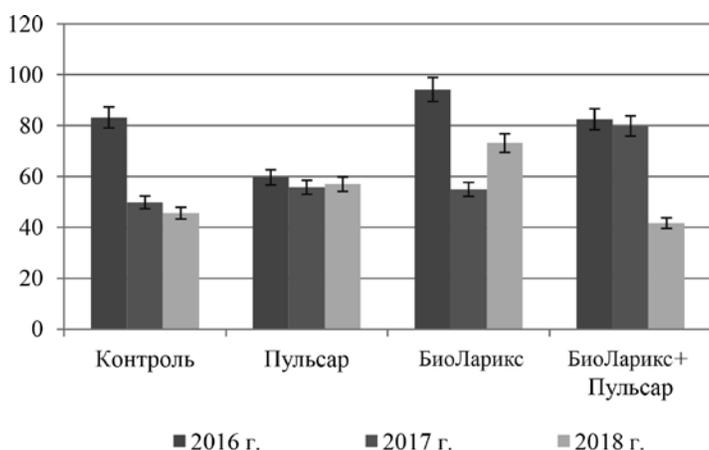


Рис. 2. Активность пероксидазы в листьях сои сорта МК 100 в фазу цветения

Так как онтогенез является процессом неразрывной связи последовательных изменений в жизнедеятельности растительного организма, применение природного препарата БиоЛарикс для предпосевной обработки семян оказало положительное влияние на удельную активность фермента, способствовало дружному появлению всходов в полевых условиях и повышению устойчивости растений к воздействию внешних стрессоров (см. таблицу).

Биологическая урожайность сои сорта МК 100, среднее за 2016–2018 гг.

Вариант	Сохранность, %	Урожайность, т/га
Контроль	97	2,4
Пульсар, 0,8 л/га	91	2,5
БиоЛарикс, 20 г/т	96	2,6
БиоЛарикс, 20 г/т + Пульсар, 0,8 л/га	96	2,6
НСР _{0,5} ($F_{\text{факт.}} = 1,051$), т/га		0,19

Биологически активные соединения воздействуют на интенсивность и направленность физиологических процессов в растениях, в результате чего повышается урожайность сои. Сбор зерна в вариантах с применением препарата в среднем повысился на 0,2 т/га (НСР_{0,5} = 0,19 т/га) в сравнении с контролем. Наибольшая прибавка урожая по сравнению с контролем (0,42 т/га) и вариантом с применением гербицида Пульсар (0,13 т/га) отмечена в условиях 2017 г. при использовании биопрепарата.

Вывод

Таким образом, удельная активность пероксидазы растений сои сорта МК 100 зависела от погодных условий, применения гербицида Пульсар и биологически активного вещества БиоЛарикс. Природный препарат из листовенницы даурской активизировал обменные процессы в клетках растений и способствовал увеличению удельной активности фермента, участвующего в повышении устойчивости растений сои к неблагоприятным факторам. В среднем за 3 года биологическая урожайность семян сои сорта МК 100 при использовании природного препарата увеличилась на 0,2 т/га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вострикова С.С., Мороховец Т.В., Басай З.В., Мороховец В.Н. Чувствительность сои сорта Венера к почвенным гербицидам // Успехи соврем. науки и образования. 2017. Т. 2, № 3. С. 71–75.
2. Жирнова Д.Ф., Хижняк С.В., Сат Д.А. Влияние биостимуляторов различного происхождения на биохимические показатели и элементный состав проростков семян сои // Успехи соврем. науки. 2015. № 2. С. 78–83.
3. Иваченко Л.Е., Лисовский Д.Е., Кузнецова В.А. Влияние дигидроокверцетина на активность пероксидаз проростков культурной и дикорастущей сои // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. 2016. № 12. С. 127–130.
4. Коломыйцев Ф.Б., Синеговская В.Т., Сергеев В.К., Гайдученко А.Н. Сорная растительность Амурской области и меры борьбы с ней / под общ. ред. В.Т. Синеговской. Благовещенск: Приамурье, 2003. 168 с.
5. Кузнецова В.А., Иваченко Л.Е. Влияние солей тяжелых металлов на активность пероксидаз культурной и дикорастущей сои на разных стадиях вегетации // Вестн. Моск. гос. обл. ун-та. Серия: Естеств. науки. 2012. № 4. С. 44–48.
6. Лапина Г.П. Пероксидазы растений и гидролазы: структурные и регуляторные свойства. Тверь: Твер. гос. ун-т, 2009. 116 с.
7. Лукаткин А.С., Лукаткин А.А. Повышение устойчивости сельскохозяйственных растений к абиотическим стрессорам обработкой экзогенными регуляторами роста // Агробиохимия в XXI веке: теория и практика применения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Нижний Новгород, 31 мая – 02 июня 2017 г. Нижний Новгород: Нижегород. с.-х. гос. акад., 2017. С. 67–70.

8. Малый практикум по физиологии растений / под ред. А.Т. Мокроносова. М.: Изд-во МГУ, 1994. 184 с.
9. Михайлова М.П., Синеговская В.Т., Кузнецова В.А., Иваченко Л.Е. Пероксидазная активность проростков сои при воздействии гербицида Фронтьер различных концентраций // Итоги координации научно-исследовательских работ по сое за 2011–2014 годы: материалы координац. совещ. по сое зоны Дальнего Востока и Сибири (с международным участием). Благовещенск, 09–10 сент. 2015 г. Благовещенск: ОДЕОН, 2015. С. 106–110.
10. Рафальский С.В., Малышев Д.А., Лысенко Н.Н. Влияние защитных агрокомплексов на засоренность и урожайность посевов сои // Итоги координации научно-исследовательских работ по сое за 2011–2014 годы: материалы координац. совещ. по сое зоны Дальнего Востока и Сибири (с международным участием). Благовещенск, 09–10 сент. 2015 г. Благовещенск: ОДЕОН, 2015. С.97–102.
11. Селихова О.А., Тихончук П.В., Иваченко Л.Е. Изменение энзиматической активности семян сои в зависимости от метеорологических условий года // Агр. наука. 2003. № 11. С. 15–16.
12. Синеговская В.Т., Душко О.С., Иваченко Л.Е. Изучение устойчивости растений сои к гербицидам на основе использования современных физиологических и биохимических методов // Вестн. ДальГАУ. 2012. № 4. С. 13–17.
13. Список пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации // Защита и карантин растений. 2016. № 4. С. 880.
14. Aghaei K., Ehsanpour A.A., Komatsu S. Potato responds to salt stress by increased activity of antioxidant enzymes // J. Integr. Plant Biol. 2009. Vol. 51. P. 1095–1103.
15. Herman B., Biczak R., Gurgul E. Effect of 1,10-phenanthroline on peroxidase and catalase activity and chlorophyll, sugar, and ascorbic acid contents // Biol. Plantarum. 1998. Vol. 41, iss. 4. P. 607–611.
16. Lowry O.H., Resebrought N.J., Farr A.L., Randall R.J. Protein measurement with the Folin phenol reagent // J. Biol. Chem. 1951. Vol. 193, N 1. P. 265–275.
17. The pesticide manual. 13th ed. / ed. C.D.S. Tomlin. Alton, UK: Brit. Crop Protection Council Publ., 2003. 1250 с.

С.А. БОРОВАЯ, А.Г. КЛЫКОВ

Александр Петрович Ващенко – выдающийся ученый, селекционер, педагог

В январе 2019 г. исполнилось 85 лет со дня рождения заслуженного деятеля науки Российской Федерации, доктора сельскохозяйственных наук, профессора, лауреата Российского союзового Александра Петровича Ващенко.

Среди ученых-аграриев Дальнего Востока Александр Петрович Ващенко занимал особое место как талантливый ученый, высококлассный специалист-исследователь в области селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур, обладавший глубокими познаниями и широким кругозором, хорошими организаторскими способностями, стоявший у истоков создания и использования новейших направлений селекции сои, прекрасный учитель и наставник. За более чем 55-летний период трудовой деятельности А.П. Ващенко внес большой вклад в становление и развитие дальневосточной сельскохозяйственной науки.

Александр Петрович родился 16 января 1934 г. в пос. Тетюхе (г. Дальнегорск) Приморского края. В 1949 г. закончил 7-летнюю школу в совхозе им. Сунь Ятсена и поступил в Иманский зооветеринарный техникум на отделение «Пчеловодство» в г. Дальнереченск. Показав отличную успеваемость по всем дисциплинам, А.П. Ващенко в числе лучших выпускников техникума в 1952 г. был направлен на учебу в Московскую сельскохозяйственную академию им. К.А. Тимирязева, где поступил на агрономический факультет. Этот выбор определил весь последующий путь обучения, становления и формирования его как ученого и высококвалифицированного специалиста в области сельского хозяйства.

После окончания Тимирязевской академии в 1957 г. Александр Петрович по распределению был направлен на Приморскую государственную сельскохозяйственную опытную станцию, начав свою трудовую деятельность в должности младшего научного сотрудника на Губеровском опытном поле в Пожарском районе. Руководил станцией известный ученый, талантливый экспериментатор Андрей Григорьевич Воложенин – впоследствии Герой Социалистического Труда, профессор, заслуженный агроном РСФСР, один из тех,



БОРОВАЯ Светлана Александровна – научный сотрудник, КЛЫКОВ Алексей Григорьевич – доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, заведующий отделом (ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки, Приморский край, пос. Тимирязевский). E-mail: fe.smc_r@mail.ru

кто создал условия для формирования научных школ в дальневосточной аграрной науке. А.Г. Воложенин разглядел потенциал А.П. Ващенко как ученого-исследователя; вот как об этом вспоминал Александр Петрович: «Я считаю, что самую существенную роль в моей жизни Андрей Григорьевич сыграл в том, что он меня направил из канвы обычного научного сотрудника на путь повышения квалификации через аспирантуру и дальше» [1, с. 23].

Приступив к работе на Губеровском опытном поле 17 июня 1957 г., А.П. Ващенко энергично и умело взялся за выполнение поставленной А.Г. Воложениным задачи организации семеноводства клевера сорта Губеровский. Через год сотрудникам удалось получить 8 ц элитных семян клевера, что в те годы являлось существенным достижением для Приморского края. Уже к концу 1957 г. молодого работника переводят на должность старшего научного сотрудника опытного поля, а затем, в 1958 г., – отдела земледелия для работы по клеверу и другим кормовым травам, где, изучая способы улучшения лугов и пастбищ, освоения целины в кормовых севооборотах, А.П. Ващенко и коллеги разработали приемы, позволяющие в два раза увеличить продуктивность пастбища, улучшить качество травосмесей путем посева клевера белого, полевицы, мятлика [7].

С 1963 по 1969 г. Александр Петрович последовательно занимал должности заведующего лабораторией защиты растений и отделом селекции сои, возглавив исследования по селекции сои и крупяных культур. Весьма продолжительное время Александр Петрович работал с известным селекционером М.Э. Элентух, перенимая ее богатый опыт.

В 1966 г., после окончания аспирантуры, А.П. Ващенко защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по теме «Совместные посевы кукурузы с соей в Приморском крае».

В 1969 г. А.П. Ващенко назначен заместителем директора по научной работе Приморской государственной сельскохозяйственной опытной станции (с 1976 г. – Приморский научно-исследовательский институт сельского хозяйства).

Александр Петрович активно вел научно-исследовательскую работу и, как итог, в 1996 г. защитил докторскую диссертацию «Научные основы и практические результаты селекции сои в Приморском крае». С 1997 г. он занимал должность заместителя председателя Дальневосточного регионального аграрного научного центра, продолжая при этом научные изыскания в отделе селекции сои Приморского НИИСХ. Все это время,



А.П. Ващенко проводит учет количества бобов растения сои на опытном поле Приморского НИИСХ. 1970-е годы



А.П. Ващенко (второй слева), А.К. Чайка (четвертый слева) и делегация ученых из КНР в Приморском НИИСХ. 1980 г.

начиная с 1970-х годов и до последних своих дней, он был другом и соратником Анатолия Климентьевича Чайки – директора Приморского НИИСХ, председателя ДВРАНЦ, академика, заслуженного деятеля науки Российской Федерации.

Большие усилия А.П. Ващенко вложил в организацию научной школы по разработке новых технологий селекционного процесса на Дальнем Востоке, составными направлениями являются:

- проведение научных исследований по созданию исходного материала в селекции;
- создание и выделение новых доноров ценных признаков;
- осуществление исследований по наиболее эффективным методам отбора в гибридных популяциях;
- использование современных методов в создании новых селекционных сортов сои, в том числе методов биотехнологии;
- изучение основ иммунитета и разработка защиты растений сои от болезней и вредителей.

Серьезное внимание Александр Петрович уделял работе с аспирантами,



На опытных полях ДВ НИИСХ, г. Хабаровск (профессор А.П. Ващенко справа, академик Р.Б. Кондратьев по центру, профессор И.М. Шиндин слева)



Обмен мнениями: член-корреспондент Россельхозакадемии В.Ф. Кузин (слева) и А.П. Ващенко (справа) во ВНИИ сои. 1989 г.

подготовке высококвалифицированных кадров. Под его руководством подготовлены 2 доктора и 7 кандидатов наук.

А.П. Ващенко с коллективом селекционеров и учениками решил ряд теоретических и практических вопросов селекции сои [8].

Так, Надежда Васильевна Мудрик и Полина Петровна Фисенко, кандидаты сельскохозяйственных наук, определили методы подбора родительских пар сои при гибридизации на основе глубокого агробиологического изучения исходного материала. Анатолий Иванович Масловец исследовал возможности проведения отбора в гибридных популяциях. Кандидат сельскохозяйственных наук Ольга Ивановна Хасбиуллина разработала методы получения сортов-доноров высокой продуктивности, которые используются в практической селекции. Изучение методов создания исходного материала сои проведено кандидатом сельскохозяйственных наук Натальей Александровной Красковской, в настоящий период они также применяются в селекционном процессе. Для тестирования и исследования закономерностей наследования растениями сои устойчивости к грибным болезням сотрудники отдела селекции сои совместно с учеными ВИР (г. Санкт-Петербург) в 1979 г. отработали методику создания искусственных инфекционных фонов, в дальнейшем модифицированную специалистами Приморского НИИСХ – кандидатами сельскохозяйственных наук Валентиной Ивановной Заостровных и Людмилой Андреевной Дега [2, 6]. Кандидат сельскохозяйственных наук Юрий Васильевич Смирнов разработал мероприятия по снижению заболеваемости сои вирусными инфекциями.

Благодаря длительной кропотливой работе селекционеров, хорошей научной базе, заложенной А.П. Ващенко, к 2019 г. в Приморском НИИСХ (с 2018 г. – ФНЦ агротехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки) выведено и районировано 15 сортов сои, из которых 10 внесены в Государственный реестр селекционных достижений РФ и допущены к использованию в Дальневосточном регионе: Приморская 13, Венера, Приморская 81, Приморская 301, Приморская 69, Приморская 4, Приморская 96, Приморская 86, Муссон, Сфера [3]. Следует особо выделить сорт Приморская 81, полученный

в результате успешного использования метода культуры ткани и регенерации через соматический эмбриогенез. Это первый в России сорт сои, полученный с использованием методов биотехнологии [7].

Выведенные сорта сои отличаются высоким качеством семян, адаптивностью и хорошей продуктивностью при условии соблюдения сортовой агротехники. Они хорошо реализуют свой генетический потенциал в природно-климатических условиях Приморского края и востребованы в других регионах. Приморская 13 используется сельхозпроизводителями как хороший раннеспелый сорт с периодом вегетации 100–105 дней. Новые сорта сои – Приморская 96, Приморская 86, Муссон, Сфера – обладают высоким иммунным статусом и толерантностью к основным вредоносным грибным заболеваниям Дальневосточного региона, характеризуются повышенным содержанием в семенах масла (до 22,8 %) и белка (до 41,2 %). При соблюдении рекомендованных приемов агротехники урожайность сортов достигает 3,5–4,0 т/га.

На главном аграрном форуме России «Золотая осень» золотыми медалями награждены сорта сои Приморская 81, Приморская 4 и Приморская 96, серебряными – Приморская 86, Муссон и Сфера; монографии «Соя на Дальнем Востоке» [6] и «Болезни и вредители сои на Дальнем Востоке» [2] удостоены серебряных медалей.

За годы научной деятельности Александром Петровичем получено 8 авторских свидетельств на районированные сорта сои и гречихи, 5 патентов на селекционные достижения. В настоящее время этими сортами занято более 60 % посевных площадей в Приморском крае.

Результаты исследований А.П. Ващенко опубликованы в более чем 140 печатных работах, которые положены в основу изданий «Система ведения агропромышленного производства Приморского края» [4], «Система ведения сельского хозяйства в Приморском крае на 1986–1990 годы» [5], «Соя на Дальнем Востоке» [6], а также монографий «Аграрная наука на Дальнем Востоке в 1908–2007 гг.» [8] и «Аграрная наука в Приморье (XX–XXI вв.)» [7].



Н.В. Мудрик (слева) и Л.А. Дега (в центре) под руководством А.П. Ващенко планируют работы по посеву сои на опытных участках Приморского НИИСХ. 1981 г.

Существенный вклад внес А.П. Ващенко в организацию научных исследований на Дальнем Востоке. В разные годы он являлся заместителем председателя специализированного совета по присуждению ученых степеней доктора и кандидата сельскохозяйственных наук при Приморском НИИСХ, членом диссертационного совета ДальГАУ. А.П. Ващенко вел активную организационную работу в проведении годичных собраний и научных сессий Дальневосточного регионального аграрного научного центра, научно-практических конференций.

В своих научных исследованиях А.П. Ващенко активно сотрудничал с зарубежными коллегами, особенно с учеными из стран Азиатско-Тихоокеанского региона – Японии, Китайской Народной Республики и Республики Корея.



Делегация российских ученых Дальневосточного регионального аграрного научного центра в КНР, 2010 г. (А.П. Ващенко третий справа, А.К. Чайка четвертый справа, В.Т. Синеговская третья слева, В.А. Тильба, четвертый слева)

А.П. Ващенко – признанный специалист в селекции и технологии возделывания сои в Российской Федерации. За высокие достижения в научной работе Александр Петрович награжден нагрудным знаком «Изобретатель СССР», орденом «Знак Почета», юбилейной медалью «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», почетной грамотой Российской академии сельскохозяйственных наук, ему присвоено высокое звание «Заслуженный деятель науки Российской Федерации».

29 апреля 2014 г. на 81-м году жизни Александра Петровича не стало, но его труды и достижения продолжают приносить пользу науке и сельскохозяйственному производству.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андрей Григорьевич Воложенин: к 100-летию со дня рождения / сост. А.К. Чайка, А.П. Ващенко, О.А. Воложенина; РАСХН, Дальневост. науч.-метод. центр. Тимирязевский, 2002. 33 с.
2. Дега Л. А. Болезни и вредители сои на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальнаука, 2012. 97 с.

3. Каталог сортов полевых, кормовых, овощных культур и картофеля селекции ФГБНУ «Приморский НИИСХ», возделываемых в Приморском крае / сост. С.А. Боровая, Е.В. Милинчук, В.Н. Красковский; под ред. Ю.И. Слабко; Примор. НИИСХ. Владивосток: Дальнаука, 2016. 51 с.
4. Система ведения агропромышленного производства Приморского края / Россельхозакадемия; ДВНМЦ, Примор. НИИСХ. Новосибирск, 2001. 363 с.
5. Система ведения сельского хозяйства в Приморском крае на 1986–1990 годы: рекомендации / ВАСХНИЛ, Примор. НИИСХ. Новосибирск, 1987. 326 с.
6. Соя на Дальнем Востоке / А.П. Ващенко, Н.В. Мудрик, П.П. Фисенко, Л.А. Дега, Н.В. Чайка, Ю.С. Капустин. Владивосток: Дальнаука, 2010. 435 с.
7. Чайка А.К., Ващенко А.П. Аграрная наука в Приморье (XX–XXI вв.). Владивосток: Рея, 2017. 225 с.
8. Чайка А.К., Ващенко А.П. Аграрная наука на Дальнем Востоке в 1908–2007 гг. Владивосток: Дальнаука, 2007. 135 с.

В статье использованы фото из архива ФГБНУ «ФНЦ агробιοтехнологий Дальнего Востока им. А.К. Чайки»

*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. Клыкков
Номер подготовили к печати В.С. Жердев,
С.А. Машкин, Л.А. Русова, В.Е. Старовойтова, Т.А. Третьякова
Компьютерный набор Г.А. Веренцовой
Компьютерная верстка И.В. Миромановой
Корректор Л.И. Горбулина
Переводчик П.Э. Кирпичёв

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:
Дальневосточное отделение РАН
690091 Владивосток, ул. Светланская, 50.
Тел. +7(423)222-25-28
Центральная научная библиотека ДВО РАН
Тел. +7(423)231-78-38
690022 Владивосток, просп. 100-летия Владивостока, 159.

ФГУП «Издательство Дальнаука»
Тел. +7(423)231-21-05
690041 Владивосток, ул. Радио, 7

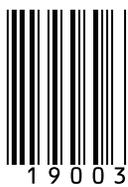
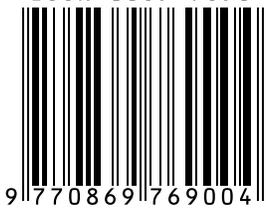
Выход в свет 26.06.2019 г.
Формат 70 × 108/16
Печать офсетная
Усл. печ. л. 13,3
Уч.-изд. л. 12,1
Тираж 300 экз. Заказ ИВ 190512
Цена свободная

Отпечатано в ООО «ПОЛИГРАФ–СЕРВИС–ПЛЮС»
690078 Владивосток, ул. Русская, 65, корпус 10

Свидетельство Роскомнадзора о регистрации ПИ № ФС 77-75560 от 12.04.2019 г.

Индекс 70193

ISSN 0869-7698



ISSN 0869-7698. Вестник Дальневосточного отделения Российской академии наук. 2019. № 3