ISSN 2072-6724

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

# ВЕСТНИК НГАУ

## НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

№ 2(55)/2020

ISSN 2072-6724

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

# VESTNIK NGAU

## NOVOSIBIRSK STATE AGRARIAN UNIVERSITY

№ 2(55)/2020

NOVOSIBIRSK 2020

# ВЕСТНИК НГАУ

**Новосибирский государственный аграрный университет**

## Научный журнал

**№ 2(55)2020**

***Н.Н. Кочнев***
**главный редактор, доктор биологических наук, профессор**

**Учредитель: ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет»**

**Основан в декабре 2005 года**

**Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций**
**ПИ № ФС 77-35145**

**Материалы издания выборочно включаются в международные базы данных Agris, Ulrich's Periodicals Directory**

**Электронная версия журнала на сайте: www.elibrary.ru**

Адрес редакции:
630039, г. Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160, каб. 106г,
журнал «Вестник НГАУ»
(Новосибирский государственный аграрный университет)
Телефоны: +7 (383) 264-23-62;
+7 (383) 264-25-46 (факс)
E-mail: vestnik.nsau@mail.ru

**Подписной индекс издания 94091**

**Тираж 500 экз.**



**Редакционный совет:**

**Рудой Е.В.** – д-р экон. наук, чл.-корр. РАН., ректор ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ, председатель редакционной коллегии (Новосибирск, Россия)

**Кочнев Н.Н.** – д-р биол. наук, проф., главный редактор, проф. кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

**Камалдинов Е.В.** – д-р биол. наук, доцент, зам. главного редактора, проректор по научной и международной деятельности ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

**Члены редколлегии:**

**Абрамов Н.В.** – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой почвоведения и агрохимии ФГБОУ ВО Государственный аграрный университет Северного Зауралья (Тюмень, Россия)

**Беляев А.А.** – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой защиты растений ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

**Будажапов Л.В.** – д-р биол. наук, директор БурНИИСХ СО РАН (Улан-Удэ, Россия)

**Булашев А.К.** – д-р вет. наук, проф., кафедры биотехнологии и микробиологии Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (Нур-Султан, Казахстан)

**Бямбаа Б.** – д-р вет. наук, академик Монгольской академии наук, президент Монгольской академии аграрных наук (Улан-Батор, Монголия)

**Власенко Н.Г.** – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

**Вышегуров С.Х.** – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой ботаники и ландшафтной архитектуры ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

**Галеев Р.Р.** – д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой растениеводства и кормопроизводства ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

**Гамзиков Г.П.** – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

**Главендекич М.М.** – д-р биотехн. наук, проф. кафедры ландшафтной архитектуры Университета г. Белграда (Белград, Сербия)

**Гончаров Н.П.** – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник ФИЦ ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия)

**Добротворская Н.И.** – д-р с.-х. наук, гл. науч. сотрудник СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

**Донченко А.С.** – д-р вет. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник Сибирского федерального научного центра агробиотехнологий Российской академии наук (Новосибирск, Россия)

**Донченко Н.А.** – д-р вет. наук, чл.-корр. РАН, руководитель ИЭВСиДВ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

**Дубовский И.М.** – д-р биол. наук, зав. лабораторией биологической защиты и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

**Жучаев К.В.** – д-р биол. наук, проф., зав. кафедрой разведения, кормления и частной зоотехнии, декан биолого-технологического факультета ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

**Кауфман О.** – д-р аграр. наук, проф. Гумбольдтского университета, факультет естественных наук, Институт сельского хозяйства и садоводства им. Альбрехта Даниэля Тэера, почетный доктор ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Берлин, Германия)

**Кашеваров Н.И.** – д-р с.-х. наук, акад. РАН, директор СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

**Коуржил Я.** – Ph. D., проф. лаборатории искусственного размножения рыб и интенсивной аквакультуры факультета рыбоводства и охраны вод Южно-Чешского университета (Чешские Будеевице, Чехия)

**Кочетов А.В.** – д-р биол. наук, чл.-корр. РАН, директор ФИЦ ИЦиГ СО РАН (Новосибирск, Россия)

**Магер С.Н.** – д-р вет. наук, проф., руководитель СибНИПТИЖ СФНЦА РАН – зам. директора по научной работе СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

**Мейсснер Р.** – д-р техн. наук, проф. кафедры управления водообеспечением, Институт сельскохозяйственных наук и проблем питания в Мартин-Лютер университете (Халле-Виттенберг, Германия)

**Ноздрин Г.А.** – д-р вет. наук, проф., зав. кафедрой фармакологии и общей патологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

**Нургазиев Р.З.** – д-р вет. наук, профессор, акад. НАН КР, ректор КНАУ им. К.И. Скрябина (Бишкек, Кыргызстан)

**Петухов В.Л.** – д-р биол. наук, проф., проф. кафедры ветеринарной генетики и биотехнологии ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

**Поповски З.** – д-р аграр. наук, проф., кафедры биохимии и генной инженерии Университета Св. Кирилла и Мефодия (Скопье, Македония)

**Солошенко В.А**. – д-р с.-х. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник СибНИПТИЖ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

**Шарков И.Н.** – д-р биол. наук, директор СибНИИЗиХ СФНЦА РАН (Новосибирск, Россия)

**Шейко И.П.** – д-р с.-х. наук, акад. НАН Республики Беларусь, первый зам. ген. директора РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству» (Жодино, Беларусь)



Технический редактор *Мищенко О.Н.*
Компьютерная верстка *Зенина В.Н.*
Переводчик *Шмидт Л.В.*
Дата выхода в свет 7 июля 2020 г. Свободная цена.
Формат 60 × 84 $^{1}/_{8}$. Объем 14,0 уч.-изд. л. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Заказ № 2297.

Отпечатано в ИЦ НГАУ «Золотой колос»
630039, РФ, г. Новосибирск, ул. Добролюбова, 160, каб. 106.
Тел. +7 (383) 267-09-10. E-mail: 213-45-39@mail.ru



© ФГБОУ ВО «Новосибирский государственный аграрный университет», 2020

# VESTNIK NGAU

**Novosibirsk State Agrarian University**

**Scientific journal**

**No. 2(55)2020**

***H.H. Kochnev***
**Editor-in-Chief, Doctor of Biological Sc Professor**

**The founder is Federal State State-Funded Educational Institution of Higher Education "Novosibirsk State Agrarian University"**

**The journal is based in December, 2005**

**The journal is registered in the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communications, Information Technologies and Mass Media Certificate PI No. FS 77-35145**

**The materials are included into the database Agris, Ulrich's Periodicals Directory on a selective basis**

**E-journal is found at: www.elibrary.ru**

Address:
630039, Novosibirsk,
160 Dobrolyubova Str., office 106g
VESTNIK NGAU
of Novosibirsk State Agrarian University
Tel: +7 (383) 264–23–62;
Fax: +7 (383) 264–25–46
E-mail: vestnik.nsau@mail.ru

**Subscription index is 94091**

**Circulation is 500 issues**



**Editors:**

**Rudoi E.V.** – Dr. of Economic Sc., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Rector of NSAU, the Chairman of the Editorial Board, (Novosibirsk, Russia)

**Kochnev H.H.** – Doctor of Biological Sc., Professor, the Editor-in-Chief, Professor at the Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

**Kamaldinov E.V.** – Dr. of Biological Sc., Associate Professor, the Deputy of Editor-in-Chief, Vice-Rector for Scientific and International Activities at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

**Editorial Board:**

**Abramov N.V.** – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Soil Science and Agrochemistry at Northern Trans-Ural State Agricultural University (Tyumen, Russia)

**Beliaev A.A.** – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Plant Protection at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

**Budazhapov L.V.** – Dr. of Biological Sc., the Head of Buryat Research Institute of Agriculture SD RAS (Ulan-Ude, Russia)

**Bulashev A.K.** – Doctor of Veterinary Sc., Professor at the Chair of Biotechnology and Microbiology at Seifulin Kazakh Agrotechnical University (Nur-Sultan, Kazakhstan)

**Byambaa B.** – Doctor of Veterinary Sc., Academician of the Academy of Sciences in Mongolia, President of Mongolian Academy of Agricultural Sciences (Ulaan Baator, Mongolia)

**Vlasenko N.G**. – Dr. of Biological Sc., Academician of Russian Academy of Science, Senior Research Fellow, Siberian Research Institute of Farming and Agricultural Chemicalization (Novosibirsk, Russia)

**Vyshegurov S.Kh**. – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Botanics and Landscape Architecture at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

**Galeev R.R.** – Dr. of Agricultural Sc., Professor, the Head of the Chair of Crop and Feed Production at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

**Gamzikov G.P.** – Dr. of Biological Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, Leading Research Fellow at Siberian Federal Research Centre of Agriculture and Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

**Glavendekich M.M.** – Dr. Biological Sc., Professor at the Chair of Landscape Architecture at the University of Belgrade (Belgrade, Serbia)

**Goncharov N.P.** – Dr. of Biological Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, Leading Research Fellow at Research Institute of Cytology and Genetics (Novosibirsk, Russia)

**Dobrotvorskaia N.I.** – Dr. of Agricultural Sc., Leading Research Fellow at Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology RAS (Novosibirsk, Russia)

**Donchenko A.S.** – Dr. of Veterinary Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, Leading Research Fellow at of Siberian Federal Research Centre of Agriculture and Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

**Donchenko N.A.** – Dr. of Veterinary Sc., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Head at the Institute of Experimentally Veterinary Medicine of Siberia and Far East, at Siberian Federal Research Centre of Agriculture and Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

**Dubovskii I.M.** – Dr. of Biological. Sc., the Head of the Laboratory of Biological Protection and Biotechnology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

**Zhuchaev K.V.** – Dr. of Biological Sc., Professor, the Head of the Chair of Animal Husbandry, Dean of Biology-Technological Faculty at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

**Kaufmann O.** – Doctor of Agricultural Sc., Professor at Humboldt University, Faculty of Life Sciences, Albrecht Daniel Thaer - Institute of Agricultural and Horticultural Sciences, Honorary Doctor of Novosibirsk State Agrarian University (Berlin, Germany)

**Kashevarov N.I.** – Dr. of Agricultural Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, the Head of Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

**Kouril Ja.** – Ph. D., Professor of the Laboratory of Artificial Fish Propagation and Intensive Aquaculture at the Faculty of Fisheries and Protection of Waters at University of South Bohemia (Ceske Budejovice, Czech Republic)

**Kochetov A.V.** – Dr. of Biological Sc., Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, the Head of Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology (Novosibirsk, Russia)

**Mager S.N.** – Dr. of Veterinary Sc., Professor, the Head of Siberian Research Institute of Animal Husbandry – Vice-Head at Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology RAS (Novosibirsk, Russia)

**Meissner R.** – Dr. tof Technical Sc., Professor at the Department of Water Management, Institute of Agricultural Sciences and Nutrition at Martin Luther University (Halle-Wittenberg, Germany)

**Nozdrin G.A.** – Dr. of Veterinary Sc., Professor, the Head of the Chair of Pharmacology and General Pathology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

**Nurgaziev R.Z.** – Dr. of Veterinary Sc., Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Rector of Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin (Bishkek, Kyrgyzstan)

**Petukhov V.L.** – Doctor of Biological Sc., Professor, Professor at the Chair of Veterinary Genetics and Biotechnology at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

**Popowski Z.** – Doctor of Agricultural Sc., Professor at the Chair of Biochemistry and Genetic Engineering at Ss. Cyril and Methodius University (Skopje, Macedonia)

**Soloshenko V.A.** – Doctor of Agricultural Sc., Academician of Russian Academy of Sciences, Leading Research Fellow at Siberian Research Institute of Animal Husbandry (Novosibirsk, Russia)

**Sharkov I.N.** – Dr. of Biological Sc., the Head of Siberian Research Institute of Farming and Chemicalization Siberian Federal Research Centre for Agricultural Biotechnology RAS (Novosibirsk, Russia)

**Sheiko I.P.** – Doctor of Agricultural Sc., Academician of National Academy of Sciences of Belarus, Vice-Head of Animal Husbandry Research Institute at National Academy of Sciences of Belarus (Zhodino, Belarus)



Typing: *Mishchenko O. H.*
Desktop publishing: *Zenina V. N.*
Translator: *Shmidt L. V.*
Date of publication 7 July 2020. Free price.
Size is 60 × 84 $^{1}/_{8}$. Volume contains 14,0 publ. sheets. Offset paper is used.
Typeface "Times New Roman" is used. Order no. 2297.

Printed in "Zolotoy Kolos" Publ. of Novosibirsk State Agrarian University
160 Dobrolyubova Str., office 106, 630039 Novosibirsk. Tel.: +7 (383) 267-09-10
E-mail: 2134539@mail.ru



© FSSFEI HE "Novosibirsk State Agrarian University", 2020

## АГРОНОМИЯ

***Зенкова А.А., Андреева И.В., Штайнерт Т.В., Герне Д.Ю.*** Влияние генотипа огурца на повреждаемость обыкновенным паутинным клещом и эффективность биологических средств ..... 7

***Кирьякова М.Н., Юсов В.С., Евдокимов М.Г., Глушаков Д.А.*** Оценка адаптивной способности перспективных линий яровой твердой пшеницы в условиях Омской области ..... 18

***Козырева М.Ю., Басиева Л.Ж.*** Фотосинтетические показатели посевов люцерны в зависимости от типа азотного питания ..... 27

***Лобанов А.Ю., Тулинов А.Г.*** Эффективность различных приемов управления урожайностью заливных лугов в Республике Коми ..... 34

***Постовалов А.А., Суханова С.Ф***. Эффективность предпосевной обработки семян ярового ячменя фунгицидами ..... 42

***Серебренников Ю.И.*** Пластичность и стабильность ярового ячменя по урожаю зерна и массе 1000 зерен ..... 50

***Хамова О.Ф., Тукмачева Е.В., Балабанова Н.Ф., Шулико Н.Н.*** Влияние инокуляции семян ризоагрином на микрофлору ризосферы и урожайность озимой пшеницы в лесостепи Западной Сибири .... 60

***Цветкова В.П., Масленникова В.С., Нестеренко В.А.*** Эффективность биопрепарата Фитоп 8.67 на моркови ..... 69

***Шешегова Т.К., Щенникова И.Н.*** Источники устойчивости ячменя к гельминтоспориозным болезням и их использование в ФАНЦ Северо-Востока ..... 76

***Юсова О.А., Николаев П.Н., Васюкевич В.С., Аниськов Н.И., Сафонова И.В.*** Уровень качества зерна омских сортов овса ярового в контрастных экологических условиях. ..... 84

## ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

***Роженцов А.Л.*** Влияние кровности и линейной принадлежности на показатели молочной продуктивности коров ..... 97

***Холодова Л.В.*** Генетический потенциал и племенная ценность быков-производителей ..... 106

**AGRONOMY**

***Zenkova** A.A., **Andreeva I.V., Shtainert T.V., Gerne D.Iu.* Impact of cucumber genotype on the damages caused by an ordinary spider mite and efficiency of biological specimens ..... 7

***Kiriakova M.N., Iusov V.S., Evdokimov M.G., Glushakov D.A.*** Evaluation of adaptive capacity of promising spring durum wheat lines in Omsk region conditions ..... 18

***Kozyreva M.Iu., Basieva L.Zh.*** Photosynthetic parameters of alfalfa crops in relation to the type of nitrogen nutrition ..... 27

***Lobanov A.Iu., Tulinov A.G.*** Efficiency of various methods for managing the crop yield of bay meadows in the Komi Republic ..... 34

***Postovalov** A.A., **Sukhanova S.F.*** Efficiency of spring barley seed pre-sowing treatment with fungicides ... 42

***Serebrennikov Iu.I.*** Spring barley plasticity and stability in terms of grain yield and weight of 1000 grains . 50

***Khamova O.F., Tukmacheva E.V., Balabanova N.F., Shuliko N.N.*** Influence of risoagrine seed inoculation on rhizoagrine microflora and winter wheat yields in Western Siberia forest-steppe ..... 60

***Tsvetkova V.P., Maslennikova V.S., Nesterenko V.A.*** Effect of Phytop 8.67 specimen on the carrot ..... 69

***Sheshegova** T.K., **Shchennikova I.N.*** Sources of barley resistance to helminthosporiotic diseases and their use in the North-East FANC ..... 76

***Iusova O.A., Nikolaev P.N., Vasiukevich V.S., Aniskov N.I., Safonova I.V.*** Spring grain quality of Omsk oat varieties in the extreme environmental conditions..... 84

**VETERINARY SCIENCE AND LIVESTOCK FARMING**

***Rozhentsov A.L.*** Effect of blood and lineage on milk productivity of cows ..... 97

***Kholodova L.V.*** Genetic potential and breeding value of bull producers ..... 106

# АГРОНОМИЯ

УДК 632.937/635.63 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-7-17

## ВЛИЯНИЕ ГЕНОТИПА ОГУРЦА НА ПОВРЕЖДАЕМОСТЬ ОБЫКНОВЕННЫМ ПАУТИННЫМ КЛЕЩОМ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

[1]**А.А. Зенкова**, зав. лабораторией
[1, 2] **И.В. Андреева**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник
[3]**Т.В. Штайнерт**, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией
[1]**Д.Ю. Герне**, аспирант

**[1]Новосибирский государственный аграрный университет**
**[2]Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН**
**[3]Сибирский НИИ растениеводства и селекции – филиал Института цитологии и генетики СО РАН**
**E-mail: zenkova.biolab@yandex.ru**

***Ключевые слова*: огурец, селекция, генотип, женская линия, сорт, гибрид, повреждаемость, обыкновенный паутинный клещ, биопрепарат, акарифаг, фитосейулюс**

**Реферат.** ***В условиях постоянно пополняющегося сортового ассортимента овощных культур изучение влияния генотипических свойств растений на устойчивость к вредителям и эффективность биологических средств защиты является актуальным еще на этапе селекционного процесса создания новых сортов и гибридов. В экспериментах выявлены существенные различия по устойчивости родительских форм, гибридов и сортов огурца сибирской селекции по отношению к обыкновенному паутинному клещу. При естественном заселении растений и на фоне применения биологических средств защиты были определены относительно устойчивые к фитофагу родительские формы – ЖЛ-4 и ГП-61/б, а также повреждаемые фитофагом в сильной степени образцы отцовской формы – ГФ-7 и материнской линии – ЖЛ-9. Высокий акарицидный эффект Фитоверма был зафиксирован на всех изучаемых сортообразцах, однако наиболее эффективно биопрепарат сдерживал развитие вредителя на растениях относительно устойчивой к фитофагу женской линии ЖЛ-4. Размножение хищного клеща фитосейулюса не зависело от генотипических особенностей родительских форм, сортов и гибридов огурца. Численность акарифага через две недели после выпуска на заселенные паутинным клещом растения увеличилась в 7,8–8,2 раза по сравнению с первоначальным количеством, в результате чего балл поврежденности растений вредителем большинства сортообразцов снижался, а у мужских форм практически не изменялся (ГФ-19) или незначительно увеличивался (ГФ-7). По биохимическим показателям сортообразцы огурца с разной степенью устойчивости к фитофагу различались по содержанию сухого вещества. Неустойчивые к паутинному клещу женские формы ЖЛ-9, ЖЛ-12/1 и сорт Надежда содержали наименьшее количество сухого вещества (5,4%), больше всего сухого вещества обнаружено у женской линии ЖЛ-4, обладающей наибольшей устойчивостью к вредителю (6,0%). Поскольку наследу-***

***емые признаки передаются преимущественно материнским компонентом, а отцовская форма усиливает эти свойства, при селекции сортов и гибридов огурца важно оценивать не только урожайность и вкусовые качества, но и степень устойчивости родительских форм к вредителям.***

## IMPACT OF CUCUMBER GENOTYPE ON THE DAMAGES CAUSED BY TWOSPOTTED SPIDER MITE AND EFFICIENCY OF BIOLOGICAL SPECIMENS

[1] **Zenkova A.A.,** the Head of the Laboratory
[1, 2] **Andreeva I.V.,** Candidate of Agriculture, Associate Professor, Leading Research Fellow
[3] **Shtainert T.V.,** Candidate of Agriculture, the Head of the Laboratory
[1] **Gerne D.Iu.,** PhD-student

**[1]Novosibirsk State Agrarian University**
**[2]Siberian Federal Research Centre for Biotechnologies in Agriculture RAS**
**[3]Siberian Research Institute of Plant Production and Selection – the branch of the Institute of Cytology and Genetics SD RAS**

*Keywords:* cucumber, selection, genotype, female line, variety, hybrid, damage rate, twospotted spider mite, biospecimen, acariphage, Phytoseiulus.

Abstract. *Due to the growing variety of vegetables, the impact of genotypic parameters of plants on pest resistance and efficiency of biological specimens is of high importance when selecting and creating new varieties and hybrids. The researchers found out the significant differences in stability of parental forms, hybrids and cucumber varieties of the Siberian selection in relation to twospotted spider mite. The paper finds out relatively resistant parental forms - ZhL-4 and GP-61/b, and also samples of the paternal form - GF-7 and a maternal line - ZhL-9 damaged by a phytophage in a strong degree have been defined rather steady against a phytophage. High acaricidal effect of Phytoverm was found on all studied varietal samples, however the most effective biospecimen restrained development of the pest on plants of relatively resistant to phytophage of female line ZL-4. Reproduction of the twospotted spider phytoseiulus did not depend on genotypic features of parental forms, varieties and hybrids of cucumbers. The number of acarifages increased by 7.8-8.2 times in two weeks after appearance on the plants inhabited by spider mite in comparison with the initial number, as a result of which the damage rate of plants by the pest of most cultivars decreased, and in male forms practically did not change (GF-19) or slightly increased (GF-7). According to biochemical parameters, cucumber varieties with different degree of resistance to phytophage differed in dry matter content. Non-resistant to twospotted spider mite female forms LL-9, LL-12/1 and Nadezhda variety contained the lowest concentration of dry matter (5.4%), the highest amount of dry matter was observed in female line LL-4, which has the highest pest resistance (6.0%). Since the inherited traits are predominantly transmitted by the maternal component and the paternal form enhances these properties, it is important to assess not only the yield and flavour qualities but also the degree of resistance of parental forms to pests when selecting cucumber varieties and hybrids.*

В настоящее время многочисленными исследованиями доказано существенное влияние вида возделываемой культуры и ее сортовых особенностей не только на динамику численности фитофагов, но и на эффективность энтомоакарифагов и биопрепаратов [1–3]. При этом отмечается, что генотипические свойства растения, а также биоэкологические особенности консументов являются основой для формирования и функционирования консортного сообщества триотрофа [4]. Учитывая, что в современных условиях сельскохозяйственные культуры постоянно пополняются новыми сортами, совершенству-

ются технологии их выращивания, изучение взаимоотношений в системе «растение – фитофаг – энтомоакарифаг (биопрепарат)» приобретает все большее значение еще на этапе селекционного процесса создания новых сортов и гибридов. В свою очередь, фитосанитарный контроль должен быть ориентирован на разработку зональных систем биологической защиты растений, что позволит поддерживать необходимый уровень экологической безопасности агроэкосистем и растениеводческой продукции [5].

Основной овощной культурой, выращиваемой в закрытом грунте, по-прежнему является огурец. В условиях теплиц поддерживаются оптимальные условия для роста и развития культуры, однако эти же условия являются в большинстве случаев благоприятными и для размножения вредителей. Создание устойчивых к вредителям и болезням сортов и гибридов огурца позволяет получать экологически чистую продукцию, снизить пестицидную нагрузку.

Так, перспективным направлением селекции огурца является создание гетерозисных гибридов, обладающих комплексом хозяйственно-ценных признаков на основе чисто женских линий или линий преимущественно женского типа. В Сибирском НИИ растениеводства и селекции (СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН) создают сорта и гибриды огурца, предназначенные для выращивания в сибирских условиях, как в открытом, так и в защищенном грунте. При селекции овощных культур, и огурца в частности, важно учитывать не только потенциальную урожайность, вкусовые и технологические качества новых сортов и гибридов, но и устойчивость их к неблагоприятным факторам среды, в том числе и к повреждениям фитофагами.

Существенную опасность для культуры огурца в закрытом грунте представляет обыкновенный паутинный клещ *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae). Этот вид доминирует в сообществе растительноядных клещей, в том числе и в Сибирском регионе. В качестве фактора устойчивости и толерантности растений огурца к паутинному клещу отмечают как морфологические, так и биохимические свойства сортов и гибридов [4, 6, 7].

Эффективным акарифагом вредителя является его специализированный хищник – клещ из семейства фитосеид (Phytoseiidae) *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot [1, 8– 11]. Кроме того, для контроля численности этого вредителя уже много лет используется метаболитный препарат Фитоверм [12–14]. Поскольку генотип растения – это не только определенное качество пищи для фитофагов, но и своеобразный микроклимат для гетеротрофов, что в совокупности обусловливает развитие и динамику популяций его консументов [4, 6], изучение взаимоотношений в системе трех трофических уровней является необходимым условием для оптимизации приемов биологической защиты растений.

Цель исследований – изучение влияния генотипов огурца на устойчивость к повреждениям обыкновенным паутинным клещом и эффективность биологических средств защиты растений.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследования являлись сорта и коллекционные образцы огурца, фитофаг и биологические средства защиты растений.

В исследованиях изучали динамику численности обыкновенного паутинного клеща – *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) природной популяции. В опытах использовали хищного клеща – *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) лабораторной популяции Новосибирского государственного аграрного университета, биопрепарат Фитоверм, 1% КЭ (Фармбиомед, г. Москва), а также сорта и коллекционные образцы родительских форм огурца, служащих исходным селекционным материалом для получения гетерозисных гибридов, включая женские линии – ЖЛ-4, ЖЛ-9, ЖЛ-11/1, ЖЛ-12 и отцовские формы – ГП-61/б, ГФ-19, ГФ-7, а также сорта Каблучок, Ерофей, Надежда и гибридную популяцию $F_2$ Капелька.

Изучение повреждаемости растений вредителем и динамики численности хищного клеща, а также оценку эффективности фитосейулюса и Фитоверма проводили в опытных весенне-летних теплицах Сибирского научно-исследовательского института растениеводства и селекции (филиал ИЦиГ СО РАН) в 2017 – 2018 гг. на вегетирующих растениях селекционных образцов огурца, выращиваемых для получения семян. Уход за растениями в течение опыта проводился в соответствии с технологией выращивания огурца в теплицах [15].

Наблюдения за развитием вредителя проводили регулярно с интервалом 7 дней от момента его появления в теплице до уборки растений на фоне применения биологических средств защиты растений. Для учета поврежденности листовой поверхности огурца обыкновенным паутинным клещом проводили визуальное обследование на четырех модельных растениях каждого сортообразца по 5-балльной шкале [16]. Средний балл повреждений растения клещом рассчитывали путем суммирования баллов заселенных вредителем листьев с последующим делением на количество всех листьев на растении.

Биопрепарат Фитоверм, КЭ на основе комплекса природных соединений авермектиновой группы (Аверсектин С – 2 г/л) [17] применяли при появлении вредителя на опытных растениях, концентрация рабочего раствора составляла 0,1–0,2%.

Выпуск хищного клеща фитосейулюса осуществляли из расчета 40-50 особей на 1 м$^2$. Учет численности акарифага проводили через 1, 7 и 14 суток после выпуска. Для этого с опытных растений отбирали по 4 листа, заселенных паутинным клещом. Количество живых особей хищника учитывали на всей площади листа с использованием бинокулярного микроскопа МБС-10 при 4-кратном увеличении.

Статистическую обработку полученных результатов проводили методом дисперсионного анализа с использованием компьютерной программы SNEDECOR.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В опытных теплицах СибНИИРС ежегодно проводится гибридизация растений огурца с целью получения как районированных гибридов, так и перспективного селекционного материала. Эффект гетерозиса тем выше, чем сильнее различаются между собой родительские формы как по происхождению, так и по морфологическим и биологическим свойствам. В скрещиваниях для закрепления нужного признака в потомстве, в том числе и устойчивости к повреждениям вредителями, необходимо, чтобы оба родительских компонента обладали нужными свойствами в достаточной степени. Часто женские и мужские линии в разной степени поражаются вредными объектами, в том числе и обыкновенным паутинным клещом. В данном случае, прежде чем использовать их для получения гетерозисных гибридов, приходится вести жесткий отбор инбредных линий на ранних стадиях селекционного процесса, бракуя восприимчивые образцы.

В 2017 г. влияние генотипа огурца на заселенность и повреждаемость обыкновенным паутинным клещом изучали на семи образцах огурца в поликарбонатной и остекленной теплицах на фоне обработок биопрепаратом Фитоверм. В поликарбонатной теплице существенных различий по заселенности вредителями трех образцов женских линий (ЖЛ-9, ЖЛ-11/1, ЖЛ-12) не отмечено как до обработки (от 0,13 до 0,31 балла), так и после, где на последнюю дату учета на этих образцах заселенность составляла 0,42–0,65 балла (табл. 1). Растения образца ЖЛ-4 заселились вредителем только в конце вегетации (не выше 0,08 балла).

При анализе повреждения вредителем отцовских форм (ГП-61/б, ГФ-19, ГФ-7) были отмечены существенные различия как до обработки (от 0,22 до 3,45 балла), так и после однократной обработки биопрепаратом. Так, на протяжении всего периода наблюдений средний балл поврежденности растений был наиболее высоким у отцовской

*Таблица 1*

**Поврежденность коллекционных образцов огурца обыкновенным паутинным клещом в поликарбонатной теплице (2017 г.), баллов**

**Damage rate of cucumber collection samples by twospotted spider mite in a polycarbonate greenhouse (2017), points**

| Коллекционный образец | Сутки учета | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 14* | 21 | 28 | 35 |
| ЖЛ-4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,08 |
| ЖЛ-9 | 0 | 0,31 | 0,65 | 0,43 | 0,45 |
| ЖЛ-11/1 | 0 | 0,13 | 0,52 | 0,75 | 0,65 |
| ЖЛ-12 | 0 | 0,21 | 0,35 | 0,36 | 0,42 |
| ГП-61/б | 0 | 0,26 | 0,54 | 0,47 | 0,24 |
| ГФ-19 | 0 | 0,22 | 0,8 | 0,53 | 0,57 |
| ГФ-7 | 0,44 | 3,45 | 3,92 | 4,0 | 3,07 |
| $НСР_{05}$ | – | 0,48 | 0,66 | 0,52 | 0,39 |

* Обработка Фитовермом (0,1%).

формы ГФ-7 и на последнюю дату учета составлял 3,07 несмотря на проведение защитных мероприятий.

В остекленной теплице на первую дату учета были отмечены существенные различия по заселённости разных образцов огурца паутинным клещом. При этом средний балл по растению варьировал от 0,36 до 1,2. Наименее поврежденным при первичном заселении растений вредителем из женских линий был образец ЖЛ-4, из мужских – ГП-61/б. В наибольшей степени были заселены фитофагом отцовские формы ГФ-19 и ГФ-7 (табл. 2).

Поскольку в начале эксперимента все образцы огурца были заселены вредителем в достаточно большой степени, для проведения обработки Фитоверм использовали в 0,2%-й концентрации. После первой обработки на опытных растениях наблюдалась высокая гибель паутинного клеща, а балл их заселения в течение 2 недель постепенно снижался за счет отрастания новых здоровых листьев. Однако через три недели после первой обработки было зафиксировано увеличение заселенности растений вредителем, в связи с чем была проведена повторная обработка биопрепаратом, которая позволила снизить численность паутинного клеща на всех образцах, и на последующие даты учёта балл заселения этим вредителем не увеличивался.

В целом по результатам, полученным в двух теплицах в 2017 г., до проведения защитных мероприятий из женских линий выделялся образец ЖЛ-4, который был наименее заселен паутинным клещом, в то время как к наиболее повреждаемым вредителем были отнесены образцы отцовской формы ГФ-7 и материнской линии ЖЛ-9. Акарицидный

*Таблица 2*

**Поврежденность коллекционных образцов огурца обыкновенным паутинным клещом в остекленной теплице (2017 г.), баллов**

**Damage rate of cucumber collection samples by twospotted spider mite in in a glazed greenhouse (2017), points**

| Коллекционный образец | Сутки учета | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1* | 7 | 14 | 21* | 28 | 35 |
| ЖЛ-4 | 0,36 | 0,05 | 0 | 0,21 | 0,23 | 0,22 |
| ЖЛ-9 | 0,75 | 0,33 | 0,09 | 0,14 | 0,09 | 0,11 |
| ЖЛ-11/1 | 0,52 | 0,21 | 0,04 | 0,05 | 0,06 | 0 |
| ЖЛ-12/1 | 0,44 | 0,65 | 0,02 | 0,1 | 0,15 | 0,05 |
| ГП-61/6 | 0,47 | 0,1 | 0 | 0,03 | 0,01 | 0 |
| ГФ-19 | 1,07 | 0,42 | 0,15 | 0,21 | 0,18 | 0,07 |
| ГФ-7 | 1,2 | 0,55 | 0,09 | 0,04 | 0,08 | 0 |
| $НСР_{05}$ по фактору А (образец) – 0,11; по фактору В (сроки) – 0,099 | | | | | | |

* Обработки Фитовермом (0,2%).

эффект биопрепарата Фитоверм против паутинного клеща зависел, в первую очередь, от концентрации, сроков и кратности проведения обработок, в меньшей степени оказывали влияние генотипические особенности образцов огурца. Однако на растениях относительно устойчивого образца ЖЛ-4 отмечена тенденция к более эффективному сдерживанию размножения вредителя биопрепаратом.

В 2018 г. в поликарбонатной теплице появление обыкновенного паутинного клеща на растениях огурца было зафиксировано во второй половине вегетационного периода. Исследования проводили на восьми образцах, включающих сорта, мужские формы, женские линии, а также один гибрид огурца. Первоначальное заселение растений фитофагом было отмечено на отдельных растениях всех образцов, поврежденность листьев которых варьировала от 0,7 до 2,34 балла, а на образце ГФ-7 вредитель отсутствовал (табл. 3).

Различия по первичному естественному заселению паутинным клещом при свободном выборе растений огурца выявлены среди сортов и мужских форм. Так, из двух отцовских форм первыми были заселены вредителем

*Таблица 3*

**Поврежденность образцов огурца обыкновенным паутинным клещом в поликарбонатной теплице (2018 г.), баллов**

**Damage rate of cucumber collection samples by twospotted spider mite in a polycarbonate greenhouse (2018), points**

| Сортообразец | Сутки учета | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 1 | 7 | 14 | 21 |
| ЖЛ-4 | 1,24 | 1,27 | 1,03 | 0,91 |
| ЖЛ-12/1 | 1,19 | 1,82 | 1,73 | 1,57 |
| ГФ-19 | 0,70 | 0,79 | 0,78 | 0,74 |
| ГФ-7 | 0 | 0,42 | 0,59 | 0,74 |
| Каблучок | 0,70 | 1,38 | 1,28 | 1,25 |
| Ерофей | 1,85 | 1,33 | 1,09 | 1,06 |
| Надежда | 2,09 | 1,85 | 1,25 | 1,21 |
| Капелька $F_2$ | 2,34 | 3,12 | 2,41 | 2,12 |
| $НСР_{05}$ по фактору А (образец) – 0,11; по фактору В (сроки) – 0,6 | | | | |

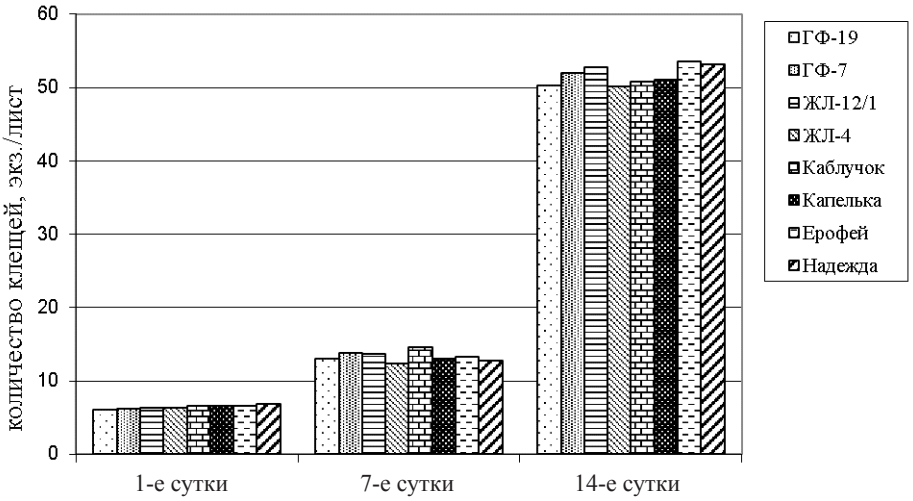
*Примечание.* Выпуск фитосейулюса был произведен во вторую неделю наблюдений.

растения образца ГФ-19, также наиболее повреждены паутинным клещом в этот период были сорта Ерофей, Надежда и гибрид второго поколения Капелька. Заселенность женских линий существенно не различалась и в среднем в этой группе составляла 1,2 балла. Установление высоких температур во второй половине вегетационного периода способствовало быстрому нарастанию численности вредителя, что уже через одну неделю после обнаружения фитофага в теплице привело как к его миграции на новые незаселенные растения, так и в целом к увеличению численности и поврежденности листовой поверхности. При этом динамика возрастания численности вредителя заметно отличалась по сортообразцам. Так, в среднем по растениям поврежденность листьев у более устойчивых к паутинному клещу образцов отцовской формы ГФ-19 и женской линии ЖЛ-4 за одну неделю (7-е сутки) увеличилась незначительно, а у сортов Ерофей и Надежда даже несколько снизилась за счет быстрого отрастания новых, не заселенных вредителем листьев. На растениях других образцов балл поврежденности увеличился в 1,3–2 раза по сравнению с первоначальным значением.

Для сдерживания распространения обыкновенного паутинного клеща в теплице использовали акарифага фитосейулюса. Наблюдения за популяциями растительноядного и хищного клещей в течение двух недель после выпуска хищника показали, что фитосейулюс успешно сдерживал раз-

множение вредителя, т.к. в среднем балл поврежденности листьев на растениях одних образцов огурца (ГФ-19) не увеличивался, а у других (ЖЛ-4, ЖЛ-12/1, Ерофей, Надежда, Каблучок, Капелька $F_2$) даже несколько снижался. Исключение составил образец мужской формы ГФ-7, на котором, несмотря на то, что заселение вредителем было отмечено на одну неделю позже, поврежденность растений в течение эксперимента постепенно повышалась (табл. 3).

Количественный учет фитосейулюса также показал, что акарифаг в присутствии достаточного количества особей жертвы активно питался и размножался на всех изучаемых сортообразцах огурца. Так, через одни сутки после выпуска фитосейулюса при проведении учета обосновавшихся на растениях особей его численность составляла в среднем около 6 особей на лист и практически не различалась по сортообразцам. Через одну неделю после выпуска численность акарифага возросла примерно в 2 раза по сравнению с первоначальной и составляла в среднем 12–13 особей на лист, а через 14 дней она увеличилась в 7,8–8,2 раза и варьировала от 47 до 60 особей на лист без существенных различий по сортообразцам (рисунок). В дальнейшем учеты и защитные мероприятия не проводили, т.к. на растениях созрели семенники, и их убрали.




Динамика численности хищного клеща фитосейулюса на сортообразцах огурца, 2018 г.
($НСР_{05}$ на 14-е сутки – 3,35)
Dynamics of the number of twospotted spider mite phytoseiulus on cucumber varieties, 2018 г.
($NSR_{05}$ on the 14th day is 3,35)

Устойчивость растений к фитофагам может быть обусловлена биохимическим составом, который различался по сортообразцам огурца (табл. 4).

Наименьшее количество сухого вещества содержали неустойчивые к паутинному клещу женские формы ЖЛ-9, ЖЛ-12/1, а также сорт Надежда (5,4%), больше всего сухого вещества обнаружено у женской линии ЖЛ-4, обладающей наибольшей устойчивостью к вредителю (6,0%). Содержание аскорбиновой кислоты варьировало от 8,9 до 13,9 мг/100 г, при этом высокие показатели – 13,2–13,9 мг/100 г обнаруживали как у устойчивых к вредителю линий (ЖЛ-4), так и у высоковосприимчивых (ГФ-7) и средневосприимчивых форм (ЖЛ-11/1, Каблучок). Не прослеживалась зависимость и по содержанию моносахаров у разных по устойчивости к фитофагу сортообразцов огурца. Количество нитратов в растениях существенно варьировало, что обусловлено не только сортовыми особенностями, но и неравномерностью содержания азота в почвенном субстрате. Несмотря на количественные различия, содержание нитратов у всех родительских форм и сортообразцов

*Таблица 4*

**Биохимические свойства родительских форм и сортов огурца (2018 г.)**
**Biochemical parameters of parental forms and varieties of cucumber (2018)**

| Сортообразец | Сухое вещество, % | Аскорбиновая кислота, мг/100 г | Моносахара, % | Нитраты, мг/100 г |
|---|---|---|---|---|
| ЖЛ-4 | 6,0 | 13,6 | 2,7 | 113,6 |
| ЖЛ-9 | 5,4 | 11,6 | 2,8 | 89,8 |
| ЖЛ-11/1 | 5,6 | 13,4 | 3,1 | 21,8 |
| ЖЛ-12/1 | 5,4 | 10,3 | 2,7 | 75,0 |
| ГП 61/б | 5,5 | 11,7 | 2,8 | 23,4 |
| ГФ-19 | 5,5 | 11,6 | 2,5 | 300,0 |
| ГФ-7 | 5,6 | 13,2 | 2,6 | 92,4 |
| Каблучок | 5,8 | 13,9 | 2,4 | 142,6 |
| Ерофей | 5,6 | 8,9 | 2,9 | 70,0 |
| Надежда | 5,4 | 10,2 | 2,8 | 64,6 |

*Примечание*. На ранних этапах селекции на расщепляющейся популяции (Капелька $F_2$) биохимический анализ не проводили.

не превышало предельно допустимых норм (ПДК по нитратам для огурца в закрытом грунте составляет 400 мг/кг).

В наших предыдущих исследованиях по изучению повреждаемости обыкновенным паутинным клещом гибридов огурца сибирской селекции было показано, что основными факторами, влияющими на восприимчивость их к фитофагу, являются морфологические особенности строения листьев и биохимический состав растений. Так, у относительно устойчивого к вредителю гибрида Ежик ($F_1$) толщина листовой пластинки, и в том числе губчатой паренхимы с покровами, а также содержание сухого вещества и аскорбиновой кислоты превышали аналогичные показатели других гибридов [7]. Известно, что наследуемые признаки гибридов передаются преимущественно материнским компонентом, а отцовская форма только усиливает эти свойства. Так, отцовской формой гибрида Ежик $F_1$ является сорт североамериканского происхождения Арканзасский мелколистный, который, по нашим наблюдениям, поражается паутинным клещом в средней степени. Поскольку материнской формой для получения этого гибрида служит женская линия ЖЛ-4, оказавшаяся, по данным экспериментов 2017–2018 гг., наименее повреждаемой вредителем, очевидно, что устойчивость к паутинному клещу у гибридов огурца передается по женской линии. По данным биохимического состава сортообразцов огурца 2018 г. отмечено наиболее высокое содержание сухого вещества у родительской формы ЖЛ-4, так же как и в предыдущие годы исследований у гибрида Ежик ($F_1$) [7]. Как уже отмечено, в значительной степени на предпочитаемость паутинным клещом сортообразцов огурца влияют их морфологические особенности. Например, ЖЛ-4 отличается жесткими покровами, толстым эпидермисом как листа, так и плода, а также густым опушением. Эти свойства передались и гибриду (Ежик $F_1$), который, как и его материнская форма, обладает относительной устойчивостью к паутинному клещу. Напротив, более тонкие и нежные покровы листьев и плодов имеют все мужские формы (ГФ) и женские линии ЖЛ-9, ЖЛ-11/1, и ЖЛ-12 (родительские формы гибридов $F_1$ Игрушка, Тигренок, Августин соответственно), что создает более благоприятные условия для питания и размножения вредителя на этих гибридах и родительских формах, от которых они получены.

Таким образом, выявлены существенные различия по устойчивости родительских форм, гибридов и сортов огурца по отношению к обыкновенному паутинному клещу, что необходимо учитывать в селекционном процессе. Значимого влияния генотипа сортообразцов огурца на эффективность Фитоверма в экспериментах не наблюдалось, однако отмечена тенденция к более эффективному сдерживанию размножения вредителя

биопрепаратом на растениях относительно устойчивого образца ЖЛ-4. Хищный клещ фитосейулюс одинаково хорошо заселял и размножался на всех изучаемых образцах огурца независимо от их генотипических особенностей.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлена различная степень устойчивости родительских линий, гибридов и сортов огурца сибирской селекции к обыкновенному паутинному клещу. Как при естественном заселении растений, так и на фоне применения биологических средств защиты выделены наиболее устойчивые (ЖЛ-4, ГП-61/б) и сильно повреждаемые фитофагом образцы: отцовская форма ГФ-7 и материнская линия ЖЛ-9.

2. Установлено, что Фитоверм эффективно сдерживал размножение вредителя на всех изучаемых сортообразцах огурца, однако наиболее высокая эффективность биопрепарата была отмечена на растениях относительно устойчивой к фитофагу родительской формы ЖЛ-4.

3. Размножение хищного клеща фитосейулюса не зависело от генотипических особенностей женских линий и мужских форм, а также сортов и гибридов огурца. Численность акарифага через две недели после выпуска на заселенные паутинным клещом растения увеличилась в 7,8–8,2 раза, в результате чего поврежденность вредителем большинства сортообразцов снижалась, за исключением мужских форм, на которых она либо практически не изменялась (ГФ-19), либо незначительно увеличивалась (ГФ-7).

4. При анализе биохимического состава сортообразцов огурца выявлено, что неустойчивые к паутинному клещу женские формы ЖЛ-9, ЖЛ-12/1 и сорт Надежда содержали наименьшее количество сухого вещества (5,4%), больше всего сухого вещества обнаружено у женской линии ЖЛ-4, обладающей наибольшей устойчивостью к вредителю (6,0%).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. *Козлова Е.Г., Моор В.В.* Применение *Phytoseiulus persimilis* против паутинного клеща на разных сортах роз // Защита и карантин растений. – 2012. – №12. – С. 16–18.
2. *Preferential* Influence of Wheat Genotypes on the Distribution Pattern and Population Dynamics of Cereal Aphids and Their Natural Enemies in Peshawar Valley / S. Ali, S. Khalid, K. Akhtar [et al.] // Pakistan journal of zoology. – 2015. – Vol. 47. – P. 223–233.
3. *Impact* analysis of genetically modified (Bt) cotton genotypes on economically important natural enemies under field conditions / D. Kumar, S. Yadav, V. Saini, K. Dahiya // Advances in Entomology. – 2016. – Vol. 4. – P. 61-74. – DOI: 10.4236 / ae.2016.42008.
4. *Раздобурдин В.А., Козлова Е.Г.* Консортные взаимоотношения в системе триотрофа «огурец – паутинный клещ – хищная галлица *Feltiella acarisuga*» // Современные проблемы иммунитета растений к вредным организмам: тез. докл. IV Междунар. конф. Санкт-Петербург, 11–13 окт. 2016 г. – СПб.: ФГБНУ ВИЗР, 2016. – 124 с.
5. *Фундаментальные* исследования в области сельскохозяйственной энтомологии в решении проблем фитосанитарной оптимизации агроэкосистем / В.А. Павлюшин, Н.А. Вилкова, Г.И. Сухорученко, Л.И. Нефедова // Материалы XV Съезда Русского энтомологического общества. – Новосибирск: Гарамонд, 2017. – С. 379–380.
6. *Tibebu B.* Defense Mechanisms of Plants to Insect Pests: From Morphological to Biochemical Approach // Technical & Scientific Research. – 2018. – Vol. 2, Is. 2. – P. 0030–0037.
7. *Устойчивость* гибридов огурца сибирской селекции к обыкновенному паутинному клещу / И.В. Андреева, Т.В. Штайнерт, Е.И. Шаталова, М.В. Штерншис // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2012. – №1. – С. 31–37.
8. *Ахатов А.К.* Практическое пособие по идентификации клещей и насекомых в овощных теплицах. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2016. – 94 с.

9. *Иванова Г.П.* Хищный клещ фитосейулюс как фактор снижения акарицидного пресса на тепличной культуре розы // Биологическая защита растений: успехи, проблемы, перспективы: материалы XII сессии Генеральной Ассамблеи ВПРС МОББ (в связи с 40-летием деятельности) и докл. Междунар. науч. конф.; Информ. бюл. ВПРС МОББ №52. – СПб., 2017. – С. 135–138.
10. *Зенкова А.А., Андреева И.В.* Производство и применение фитосейулюса в Сибири // Защита и карантин растений. – 2018. – № 11. – С. 12–14.
11. *Защита* огурца закрытого грунта в органическом земледелии / Т.Н. Игнатьева, Е.В. Кашутина, Л.Н. Бугаева, О.Н. Андреенко // Биологическая защита растений – основа стабилизации агроэкосистем: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 398–402.
12. *Влияние* Фитоверма на вредителей овощных и ягодных культур / М.В. Штерншис, Т.В. Шпатова, А.И. Кузнецова, О.Г. Томилова, И.В. Андреева // Агрохимия. – 2006. – № 3. – С. 72–77.
13. *Долженко Т.В., Долженко В.И.* Инсектоакарициды на основе аверсектина С и эмамектина бензоата // Агрохимия. – 2017. – № 4. – С. 41–47.
14. *Сергеева О.В., Долженко Т.В.* Биологическая эффективность аверсектина С в отношении сосущих вредителей // Известия СПбГАУ. – 2018. – № 2(51). – С. 89–94.
15. *Овощные* культуры и картофель в Сибири / Рос. акад. с.-х. наук, СибНИИРС; сост.: Г.К. Машьянова, Е.Г. Гринберг, Т.В. Штайнерт. – 2-е изд., перераб. и доп. – Новосибирск, 2010. – 523 с.
16. *Андреева И.В., Томилова О.Г., Штерншис М.В.* Паутинный клещ. Биология и меры борьбы: рекомендации. – Новосибирск, 2000. – 12 с.
17. *Государственный* каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. – М., 2017.

## REFERENCES

1. Kozlova E.G., Moor V.V. *Zashhita i karantin rastenij*, 2012, No. 12, pp. 16–18.
2. Ali S., Khalid S., Akhtar K., Khan M. et al. Preferential Influence of Wheat Genotypes on the Distribution Pattern and Population Dynamics of Cereal Aphids and Their Natural Enemies in Peshawar Valley. *Pakistan journal of zoology*. 2015, Vol. 47, pp. 223–233.
3. Kumar D., Yadav S., Saini V., Dahiya K. Impact analysis of genetically modified (Bt) cotton genotypes on economically important natural enemies under field conditions. *Advances in Entomology*, 2016, Vol. 4, pp. 61-74. DOI: 10.4236 / ae.2016.42008.
4. Razdoburdin V.A., Kozlova E.G. *Sovremenny`e problemy` immuniteta rastenij k vredny`m organizmam* (Modern problems of plant immunity to pests). Abstracts of Papers, St. Petersburg: FGBNU VIZR, 2016, P. 124. (In Russ.)
5. Pavlyushin V.A., Vilkova N.A., Suxoruchenko G.I., Nefedova L.I. *Materialy XV S``ezda Russkogo e`ntomologicheskogo obshhestva* (Proceedings of the XV Congress of the Russian Entomological Society). Novosibirsk: Garamond, 2017, pp. 379–380. (In Russ.)
6. Tibebu B. Defense Mechanisms of Plants to Insect Pests: From Morphological to Biochemical Approach. *Technical & Scientific Research*. 2018, Vol. 2, Is. 2, pp. 0030–0037.
7. Andreeva I.V., Shtajnert T.V., Shatalova E.I., Shternshis M.V. Sibirskij vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki, 2012, No 1, pp. 31–37.
8. Axatov A.K. *Prakticheskoe posobie po identifikacii kleshhej i nasekomy`x v ovoshhny`x tepliczax* (A practical guide for identifying ticks and insects in vegetable greenhouses). Moscow: KMK, 2016, 94 p.
9. Ivanova G.P. *Informacionny`j byulleten` VPRS MOBB №52* (Newsletter IDPRS MOBB No. 52). Proceedings of the Conference, St. Petersburg, 2017, pp. 135-138.
10. Zenkova A.A., Andreeva I.V. *Zashhita i karantin rastenij*, 2018, No. 11. pp. 12–14.
11. Ignat`eva T.N., Kashutina E.V., Bugaeva L.N., Andreenko O.N. *Biologicheskaya zashhita rastenij – osnova stabilizacii agroe`kosistem* (Biological plant protection – the basis for the stabilization of agroecosystems), Proceedings of the Conference, 2018, pp. 398–402.
12. Shternshis M.V., Shpatova T.V., Kuzneczova A.I., Tomilova O.G., Andreeva I.V. *Agroximiya*, 2006, No. 3. pp. 72–77.
13. Dolzhenko T.V., Dolzhenko V.I. *Agroximiya*, 2017, No. 4, pp. 41–47.

14. Sergeeva O.V., Dolzhenko T.V. *Izvestiya SPbGAU*, 2018, No. 2(51), pp. 89–94.
15. Mash`yanova G.K., Grinberg E.G., Shtajnert T.V. *Ovoshhny`e kul`tury` i kartofel` v Sibiri* (Vegetables and potatoes in Siberia), Novosibirsk, 2010, 523 p.
16. Andreeva I.V., Tomilova O.G., Shternshis M.V. Pautinnyy kleshch. Biologiya i mery bor'by (Spider mite. Biology and control measures ). – Novosibirsk, 2000, 12 p.
17. *Gosudarstvennyy katalog pestitsidov i agrokhimikatov, razreshennykh k primeneniyu na territorii Rossiyskoy Federatsii* (State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation), Moscow, 2017.

УДК 631.527:633. 111.1 (571.13) DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-18-26

# ОЦЕНКА АДАПТИВНОЙ СПОСОБНОСТИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОЙ ТВЁРДОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

**М.Н. Кирьякова,** кандидат сельскохозяйственных наук
**В.С. Юсов,** кандидат сельскохозяйственных наук
**М.Г. Евдокимов,** доктор сельскохозяйственных наук
**Д.А. Глушаков,** младший научный сотрудник

**Омский аграрный научный центр, Омск, Россия**
**E-mail: m_kiriakova@mail.ru**

***Ключевые слова:*** **твердая пшеница, линии, генотипы, экологическая пластичность, адаптивная способность, стабильность, качество зерна**

**Реферат.** ***Полевые исследования выполнялись в 2018–2019 гг на базе селекционного севооборота лаборатории селекции твердой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ», а также на опорном пункте семеноводства в степной зоне в поселке Новоуральский Таврического района Омской области. Опыты в обоих экологических пунктах были заложены по чистому пару. Площадь делянок 10 м², повторность четырехкратная, размещение рендомизированное. Погодные условия в течение вегетационного периода 2018 г. отличались контрастностью как по осадкам, так и по температурному режиму. Формирование зерна происходило в конце августа - начале сентября, что во многом повлияло на качество зерна. В 2019 г. сложились нетипичные метеорологические условия: благоприятные в первый период вегетации и засушливые – во второй (поволжский тип засухи). Проведена оценка продуктивности линий твердой пшеницы по адаптивной способности и стабильности. Представлены научные данные по показателям качества зерна и устойчивости к болезням. Урожайность линий твёрдой пшеницы значительно варьировала в зависимости от агроклиматических условий года и фона выращивания. Лучшие условия для роста и развития генотипов сложились в южной лесостепной зоне Омска, максимальная урожайность отмечена у линий Горд. 08-67-1, Горд. 09-68-1, Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5. По всем изученным линиям общая адаптивная способность близка к нулю, что показывает стабильность генотипов во внешней среде. Специфическая адаптивная способность выявлена у линий Горд. 10-33-3, Горд. 10-8-4, Горд. 11- 70-7, Горд. 11-77-8, Горд. 11-99-1. По результатам исследования выделены перспективные линии: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1. Селекционная оценка перспективных линий проводилась по показателям качества зерна и устойчивости к болезням. Хорошие показатели качества у линии Горд. 11-70-7: масса 1000 зёрен 49,75 г, высокая устойчивость к стеблевой ржавчине (6%). Линия Горд. 09-68-1 по качеству зерна и массе 1000 зёрен лучше сорта Жемчужина Сибири, поражаемость бурой и стеблевой ржавчиной минимальна, что перспективно для селекционной работы. Представляют селекционную ценность, сочетая стабильность генотипа, высокую продуктивность, качество зерна и макарон, устойчивость к болезням, линии: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1, Горд. 11-70-7, Горд. 11-99-1.***

# EVALUATION OF ADAPTIVE CAPACITY OF PROMISING SPRING DURUM WHEAT LINES IN OMSK REGION CONDITIONS

**Kiriakova M.N.,** Candidate of Agriculture
**Iusov V.S.,** Candidate of Agriculture
**Evdokimov M.G.,** Dr. of Agricultural Sc.
**Glushakov D.A.,** Junior Research Fellow

**Omsk Agrarian Research Centre, Omsk, Russia**

*Keywords:* durum wheat, lines, genotypes, environmental plasticity, adaptive ability, stability, grain quality.

Abstract. *Field research was carried out in 2018-2019 on the premises of Omsk Agrarian Research Centre, exactly the breeding crop rotation of the laboratory of durum wheat breeding as well as at the reference point of seed production in the steppe zone in the village of Novouralsky Tavrichesky district of Omsk region. The experiments were conducted in a complete fallow. The area of the plots was 10 m², repeated four times, the location was random. Weather conditions during the vegetation period of 2018 were contrasting both in terms of precipitation and temperature. Grain formation took place in late August - early September, which had a significant impact on grain quality. In 2019, atypical meteorological conditions were observed: favorable in the first vegetation period and arid - in the second (Volga type of drought). The productivity of durum wheat lines was estimated in terms of adaptive capacity and stability. Scientific data on the parameters of grain quality and disease resistance are highlighted. Yields of durum wheat lines varied considerably depending on agro-climatic conditions of the year and cultivation background. The best conditions for the growth and development of genotypes were set up in the southern forest-steppe zone of Omsk, the maximum crop yield was observed in the Gord. line 08-67-1, Gord. 09-68-1, Gord. 05-12-7(v), Gord. 08-107-5. The general adaptive ability is close to zero, that shows stability of genotypes in external environment. Specific adaptive ability revealed in the lines: Gord. 10-33-3, Gord. 10-8-4, Gord. 11- 70-7, Gord. 11-77-8, Gord. 11-99-1. The authors highlight the following promising lines according to the experimental results: Gord. 05-12-7(v), Gord. 08-107-5, Gord. 09-68-1, Gord. 08-67-1. Selection assessment of promising lines was carried out on the indicators of grain quality and disease resistance. The following parameters are seen as good quality indicators at the Gord line 11-70-7: weight of 1000 grains is 49.75 g and high resistance to stem rust (6%). According to the quality of grain and weight of 1000 grains, Gord. line 09-68-1 is better than Zhemchuzhina Sibiri, affection of brown and stem rust is minimal that is interesting for selection procedures. The following varieties are valuable from the point of view of breeding, stability of genotype, high productivity, quality of grain and pasta and resistance to disease: Gord. 05-12-7(v), Gord. 08-107-5, Gord. 09-68-1, Gord. 08-67-1, Gord. 11-70-7, Gord. 11-99-1.*

Основное назначение твердой пшеницы – изготовление качественных макаронных изделий, которые длительный срок сохраняются без заметного ухудшения цвета, вкуса, питательных свойств. В Западной Сибири твердая пшеница возделывается в степной и южной лесостепной зонах. Это типичный аридный регион с недобором осадков и высокими температурами в отдельные периоды вегетации. Среднегодовое количество осадков в южной лесостепи – 300–350 мм, а их распределение крайне неравномерно в течение года.

Повышение адаптивного потенциала культурных растений является чрезвычайно важной проблемой. В селекционных программах на современном этапе в выборе между широкой общей адаптивностью как способностью сорта произрастать в широко варьирующих условиях и адаптивностью узкоспе-

циализированной, т.е. приспособленностью к конкретной среде места обитания, предпочтение отдается последнему направлению [1–5].

Экологическая пластичность сортов тесно связана с их нормой реакции на факторы внешней среды. Генотипы с широкой нормой реакции произрастают в различных условиях и обладают сравнительно высокой продуктивностью, узкая же норма реакции приводит к неустойчивости урожая по годам и незначительному ареалу распространения сорта [6–9].

Экологические факторы являются ведущими в определении величины изменчивости количественных признаков в процессе роста и развития растения. Генотип любого растения, взаимодействуя с условиями внешней среды, модифицирует в соответствии с этим свои признаки. Все признаки, которые являются элементами структуры урожая, следует рассматривать с точки зрения их изменчивости и связи с генетическими и средовыми факторами. Знание закономерностей варьирования количественных признаков играет важную роль в селекции растений при отборе ценных генотипов, а также дает возможность определить пластичность сортов [10, 11].

Приспособительные изменения признаков и свойств затрагивают организм в целом. При изменении условий существования отдельные генотипы могут утратить способность к выживанию, что ведет к изменению частот аллей, генов и появлению более приспособленных форм. Адаптация, таким образом, является ответом популяции на изменения среды [12, 13].

Приспособленность организма в какой-то определенной или любой среде характеризует адаптивность. Дифференциальная приспособленность может быть связана с любой стадией онтогенеза. Вне зависимости от биологических причин дифференциальная приспособленность определяется совокупностью факторов, приводящих к дифференциальному представительству генов от разных генотипов в следующем поколении [12, 14].

Цель исследования – провести оценку продуктивности линий твердой пшеницы по адаптивной способности и стабильности, изучить показатели качества зерна и устойчивость к болезням, что позволит выявить степень адаптивности перспективных линий и определить их селекционную ценность.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые исследования выполнялись в 2018–2019 гг. на базе селекционного севооборота лаборатории селекции твердой пшеницы ФГБНУ «Омский АНЦ», а также на опорном пункте семеноводства в степной зоне в поселке Новоуральский Таврического района Омской области. Опыты в обоих экологических пунктах были заложены по чистому пару. Почва опытного участка – чернозем слабовыщелоченный среднегумусный (6,2%) тяжелосуглинистый. Площадь делянок 10 м², повторность четырехкратная, размещение рендомизированное. Оценка материала по качеству зерна и макарон по микрометодикам была проведена в лаборатории качества зерна Омского АНЦ. Параметры экологической пластичности рассчитывали по А.В. Кильчевскому и Л.В. Хотылевой [14, 15].

Погодные условия в течение вегетационного периода 2018 г. отличались контрастностью как по осадкам, так и по температурному режиму. Практическое отсутствие осадков в первой и второй декадах июля при относительной влажности воздуха 62–63% и наличии обильной росы способствовало проявлению на посевах мучнистой росы, максимум которой зафиксирован в конце третьей декады июля – первой декаде августа. Эпифитотии бурой и стеблевой ржавчины наблюдались во второй и третьей декадах августа, чему способствовали благоприятные гидротермические условия (ГТК – 1,04 и 2,25 соответственно). Формирование зерна происходило в конце августа – начале сентября.

В 2019 г. сложились нетипичные метеорологические условия: благоприятные в первый период вегетации и засушливые – во второй (поволжский тип засухи). В наиболее критический период развития растений (июнь –

первая декада июля) наблюдалась пониженная температура воздуха с обильными осадками, что способствовало формированию большой биомассы растений и затяжной вегетации. Чрезмерное количество осадков, сильные ветры, высокая влажность воздуха способствовали сильному полеганию растений и развитию болезней, особенно стеблевой ржавчины. Повышенная температура в первой и второй декаде августа ускорила налив и созревание зерна твердой пшеницы, что повлияло на его качество. Поэтому в более выгодном положении оказались среднеранние сорта и линии.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Перспективные линии разновидности гордеиформе выращивали в двух экологических зонах Омской области – южной лесостепной и степной. В качестве стандарта взят среднеранний сорт Жемчужина Сибири. Урожайность линий твёрдой пшеницы значительно варьировала в зависимости от агроклиматических условий года и пункта возделывания.

Лучшие условия для роста и развития генотипов сложились в лесостепной зоне. Здесь высокую продуктивность имели линии Горд. 09-73-2 (5,62 т/га), Горд. 11-70-7 (5,78 т/га), Горд. 11-99-1 (5,58 т/га). В степной зоне условия вегетации и уровень агротехники были значительно хуже. Низкая продуктивность отмечалась у большинства линий и только четыре из них превысили стандарт по урожайности: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 08-67-1, Горд. 09-68-1 (табл. 1).За два года исследований средняя урожайность по фонам у сорта Жемчужина Сибири составила 3,87 т/га. Все линии превысили по продуктивности стандарт, а максимальная урожайность отмечалась у линий Горд. 08-67-1 и Горд. 09-68-1 (4,31 т/га).

Коэффициент линейной регрессии Bi показывает реакцию сортов и линий на изменение условий выращивания. Сорт Жемчужина Сибири и большинство линий имеют показатель пластичности ниже 1, они более приспособлены к меняющимся экологическим условиям и менее требовательны к уровню агротехники (табл. 1). Высокую пластичность проявили линии Горд. 10-33-3, Горд. 11-77-8, Горд. 11-99-1, их лучше выращивать по интенсивному фону. Показатель среднеквадратического отклонения ($B^2d$), или стабильности, показывает уровень взаимодействия «генотип – среда». Различия по величине показателя стабильности незначительны. Вся изменчивость продуктивности линий вызвана только влиянием условий внешней среды, а не их генетическими особенностями.

По методике А.В. Кильчевского и Л.В. Хотылевой проведена оценка стабильности пластичности. Этот метод генетического анализа основан на испытании генотипов в различных средах и позволяет выявить общую и специфическую адаптивную способность, их стабильность, селекционную ценность и вести отбор для селекции [14]. Сравнение линий проводили путём оценки взаимодействия конкретного генотипа с внешней средой, используя вариансу взаимодействия ($Q^2(C \cdot E)gi$). Общая адаптивная способность характеризует среднее значение признака, специфическая – отклонение в конкретных условиях среды. По всем изученным линиям ОАС близка к нулю, что показывает стабильность генотипов во внешней среде. Специфическая адаптивная способность варьировала от 2 до 3 у линий Горд. 10-33-3, Горд. 10-8-4, Горд. 11-70-7, Горд. 11-77-8, Горд. 11-99-1. Относительная стабильность генотипов (Sgi, %) у этих линий самая высокая. Коэффициент компенсации генотипа (Kgi) колебался от 0,7 до 1,25 и у большинства линий был ниже 1, что свидетельствует о преобладании стабильности (см. табл. 1). Согласно коэффициенту нелинейности (Lji), у всех линий реакция генотипов носит линейный характер. При отборе стабильных генотипов следует отдавать предпочтение линиям, у которых Kgi = 1.

Селекционная ценность генотипа зависит от продуктивности сортов и линий и адаптивной способности к условиям внешней среды. По результатам исследования выделены пер-

*Таблица 1*

**Продуктивность генотипов и параметры адаптивной способности и стабильности**
**Genotype productivity and adaptive capacity and stability parameters**

| Линия | Среднее | | Среднее по 2 фонам | Bi | $B^2$ d | $Q^2(C{\cdot}E)gi$ | $Q^2CACi$ | QCACi | Lji | Sgi % | СЦГ i | Kgi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | лесостепь | степь | | | | | | | | | | |
| Жемчужина Сибири | 4,55 | 3,19 | 3,87 | 0,86 | 0,01 | 0,02 | 0,97 | 0,99 | 0,03 | 116,84 | 0,52 | 0,71 |
| Горд. 05-12-7(в) | 4,91 | 3,66 | 4,28 | 0,90 | 0,02 | 0,01 | 1,31 | 1,15 | 0,01 | 135,65 | 0,46 | 0,82 |
| Горд. 08-107-5 | 4,72 | 3,83 | 4,27 | 0,89 | 0,32 | 0,22 | 1,00 | 1,00 | 0,22 | 118,56 | 0,51 | 0,72 |
| Горд. 08-25-1 | 3,82 | 2,75 | 3,29 | 0,88 | 0,72 | 0,78 | 1,36 | 1,17 | 0,57 | 138,22 | 0,46 | 0,84 |
| Горд. 08-67-1 | 4,99 | 3,64 | 4,31 | 1,10 | 0,00 | 0,09 | 1,81 | 1,35 | 0,05 | 159,39 | 0,40 | 0,97 |
| Горд. 09-122-1 | 5,15 | 3,08 | 4,11 | 0,94 | 0,20 | 0,11 | 1,69 | 1,30 | 0,07 | 154,05 | 0,41 | 0,93 |
| Горд. 09-124-1 | 4,57 | 3,18 | 3,87 | 0,88 | 0,01 | 0,02 | 1,18 | 1,09 | 0,01 | 128,92 | 0,48 | 0,78 |
| Горд. 09-68-1 | 4,94 | 3,69 | 4,31 | 0,97 | 0,18 | 0,19 | 1,24 | 1,11 | 0,15 | 131,69 | 0,48 | 0,80 |
| Горд. 07-115-1в | 5,29 | 2,40 | 3,85 | 1,07 | 0,02 | 0,01 | 1,76 | 1,33 | 0,01 | 156,99 | 0,41 | 0,95 |
| Горд. 09-73-1 | 5,50 | 2,53 | 4,01 | 1,07 | 0,07 | 0,05 | 1,91 | 1,38 | 0,02 | 163,87 | 0,39 | 0,99 |
| Горд. 09-73-2 | 5,62 | 2,95 | 4,29 | 0,99 | 0,01 | 0,06 | 1,60 | 1,26 | 0,04 | 149,72 | 0,43 | 0,91 |
| Горд. 10-32-1 | 5,11 | 2,65 | 3,88 | 0,88 | 0,05 | -0,03 | 1,25 | 1,12 | -0,03 | 132,19 | 0,47 | 0,80 |
| Горд. 10-33-3 | 5,40 | 2,55 | 3,97 | 1,27 | 0,58 | 0,65 | 2,35 | 1,53 | 0,28 | 181,61 | 0,34 | 1,10 |
| Горд. 11-8-4 | 5,51 | 2,18 | 3,84 | 1,07 | 0,71 | 0,28 | 2,52 | 1,59 | 0,11 | 188,03 | 0,32 | 1,14 |
| Горд. 11-46-3 | 4,92 | 2,53 | 3,72 | 0,94 | 0,01 | -0,01 | 1,20 | 1,10 | -0,01 | 130,01 | 0,48 | 0,79 |
| Горд. 11-70-7 | 5,78 | 2,53 | 4,15 | 1,13 | 0,21 | 0,13 | 2,32 | 1,52 | 0,06 | 180,33 | 0,34 | 1,09 |
| Горд. 11-76-3 | 5,32 | 2,58 | 3,95 | 1,07 | 0,01 | -0,02 | 1,56 | 1,25 | -0,02 | 147,74 | 0,43 | 0,89 |
| Горд. 11-77-8 | 5,37 | 1,90 | 3,64 | 1,50 | 0,58 | 0,71 | 3,02 | 1,74 | 0,23 | 205,87 | 0,27 | 1,25 |
| Горд. 11-99-1 | 5,58 | 2,58 | 4,08 | 1,13 | 0,01 | 0,08 | 2,00 | 1,41 | 0,04 | 167,38 | 0,38 | 1,01 |
| $Q^2(C{\cdot}E)gk$ | | | | | | | | | | 150,87 | | |

*Таблица 2*

**Показатели качества зерна и устойчивости к болезням (2018–2019 гг.)**
**Parameters of grain quality and resistance to diseases (2018-2019)**

| Линия | Стекловидность,% | Натура, г/л | Клейковина, % | Цвет сухих макарон, баллов | Белок, % | Масса 1000 зерен, г | Устойчивость к ржавчине, % | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | бурой | стеблевой |
| Жемчужина Сибири | 53,50 | 775,00 | 23,75 | 2,90 | 11,93 | 38,10 | 55 | 90 |
| Горд. 05-12-7(в) | 55,00 | 774,00 | 24,20 | 3,35 | 12,31 | 40,80 | 40 | 60 |
| Горд. 08-107-5 | 52,00 | 785,00 | 26,70 | 3,60 | 13,34 | 38,90 | 10 | 25 |
| Горд. 08-25-1 | 62,00 | 763,00 | 27,30 | 3,25 | 14,64 | 39,10 | 60 | 95 |
| Горд. 08-67-1 | 55,50 | 782,00 | 26,50 | 3,55 | 12,66 | 42,80 | 20 | 20 |
| Горд. 09-122-1 | 56,50 | 795,00 | 24,75 | 3,45 | 12,28 | 40,50 | 10 | 20 |
| Горд. 09-124-1 | 59,50 | 776,00 | 27,15 | 3,50 | 13,26 | 37,95 | 50 | 50 |
| Горд. 09-68-1 | 59,00 | 793,00 | 24,70 | 3,50 | 11,84 | 40,80 | 13 | 20 |
| Горд. 07-115-1в | 53,00 | 789,50 | 26,30 | 3,00 | 12,26 | 43,10 | 5 | 20 |
| Горд. 09-73-1 | 55,00 | 788,00 | 24,65 | 3,40 | 12,05 | 42,00 | 13 | 6 |
| Горд. 09-73-2 | 54,50 | 813,00 | 25,50 | 3,55 | 11,60 | 46,00 | 40 | 30 |
| Горд. 10-32-1 | 52,00 | 803,00 | 26,20 | 3,45 | 12,60 | 46,20 | 20 | 21 |
| Горд. 10-33-3 | 53,00 | 811,00 | 27,20 | 3,60 | 12,57 | 46,00 | 30 | 50 |
| Горд. 11-8-4 | 55,00 | 800,50 | 25,25 | 3,15 | 12,98 | 40,90 | 10 | 18 |
| Горд. 11-46-3 | 55,50 | 792,00 | 24,25 | 3,35 | 12,45 | 42,20 | 30 | 20 |
| Горд. 11-70-7 | 55,00 | 804,50 | 25,65 | 3,15 | 12,76 | 49,75 | 6 | 33 |
| Горд. 11-76-3 | 52,00 | 786,50 | 24,90 | 3,50 | 11,60 | 38,90 | 8 | 36 |
| Горд. 11-77-8 | 50,50 | 776,50 | 26,25 | 3,40 | 12,20 | 39,35 | 25 | 55 |
| Горд. 11-99-1 | 54,00 | 788,00 | 25,80 | 3,10 | 12,45 | 41,70 | 13 | 10 |
| $НСР_{05}$ | 0,69 | 3,23 | 0,26 | 0,05 | 0,17 | 0,78 | 4,22 | 6,08 |

спективные линии: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1.

Селекционная оценка перспективных линий проводилась по показателям качества зерна и устойчивости к болезням. Стекловидность зерна у всех линий была ниже нормы – 50-59 %, так как сказались неблагоприятные условия во время уборки растений (табл. 2). Натурная масса у линий была на уровне сорта Жемчужина Сибири и выше – от 774 до 813 г/л.

Содержание клейковины и белка значительно выше у линий Горд. 08-107-5 и Горд. 09-124-1, чем у стандарта. Цвет сухих макарон колебался от 3,1 до 3,6 балла у Горд. 10-33-3 и Горд. 08-107-5. Хорошие показатели качества у линии Горд. 11-70-7: масса 1000 зёрен 49,75 г, высокая устойчивость к стеблевой ржавчине (6%). Линия Горд. 09-68-1 по качеству зерна и массе 1000 зёрен лучше сорта Жемчужина Сибири, поражаемость ее бурой и стеблевой ржавчиной минимальна, что представляет интерес для селекционной работы.

У большинства перспективных линий масса 1000 зёрен была выше стандарта. По устойчивости к болезням выделились следующие линии: Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 09-122-1, Горд. 09-73-1, Горд. 11-8-4, Горд. 11-99-1.

Таким образом, реакция изученных генотипов напрямую зависит от влияния внешних факторов среды. В процессе изучения по адаптивности и стабильности выделились перспективные линии с высоким потенциалом по продуктивности, качеству зерна, устойчивые к болезням: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1, Горд. 11-70-7, Горд. 11-99-1.

## ВЫВОДЫ

1. Урожайность линий твёрдой пшеницы значительно варьировала в зависимости от агроклиматических условий года и фона выращивания. Лучшие условия для роста и развития генотипов сложились в южной лесостепной зоне, максимальная урожайность отмечена у линий Горд. 08-67-1, Горд. 09-68-1, Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5.

2. По всем изученным линиям общая адаптивная способность близка к нулю, что показывает стабильность генотипов во внешней среде. Специфическая адаптивная способность выявлена у линий Горд. 10-33-3, Горд. 10-8-4, Горд. 11- 70-7, Горд. 11-77-8, Горд. 11-99-1. По результатам исследования выделены перспективные линии: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1.

3. Селекционная оценка перспективных линий проводилась по показателям качества зерна и устойчивости к болезням. Хорошие показатели качества у линии Горд.11-70-7: масса 1000 зёрен 49,75 г, высокая устойчивость к стеблевой ржавчине (6%). Линия Горд. 09-68-1 по качеству зерна и массе 1000 зёрен лучше сорта Жемчужина Сибири, поражаемость ее бурой и стеблевой ржавчиной минимальна.

4. Представляют селекционную ценность, сочетая стабильность генотипа, высокую продуктивность, качество зерна и макарон, устойчивость к болезням, линии: Горд. 05-12-7(в), Горд. 08-107-5, Горд. 09-68-1, Горд. 08-67-1, Горд. 11-70-7, Горд. 11-99-1.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Евдокимов М.Г., Юсов В.С.* Яровая твердая пшеница в Сибирском Прииртышье. – Омск, 2008. – 160 с.
2. *Розова М.А., Янченко В.И., Мельник В.М.* Экологическая пластичность яровой твёрдой пшеницы в условиях Алтая: монография / Россельхозакадемия. Сиб. отд-ние. АНИИСХ. – Барнаул: Азбука, 2010. – С. 18–30.
3. *Юсов В.С., Евдокимов М.Г.* Твёрдая пшеница в лесостепи Западной Сибири. Достижения и перспективы // Актуальные проблемы сельского хозяйства горных территорий: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 106–111.

4. *Integrating* different stability models to investigate genotype × environment interactions and identify stable and high-yielding barley genotypes [Электронный ресурс] / B. Vaezi, A. Pour-Aboughadareh, R. Mohammadi [et al.] // *Euphytica*. – 2019. – Vol. 215. – P. 63. – Режим доступа: https://doi.org/10.1007/s10681-019-2386-5.
5. *Able J., Atienza S.* Durum wheat for the future: challenges, research and prospects in the 21st century. [Электронный ресурс] // Crop Pasture Sci. – 2014. – Режим доступа: https ://doi.org/10.1071/CPv65 n1_FO.
6. *Экологическая* пластичность сельскохозяйственных растений (методика и оценка). / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов [и др.]. – Уфа, 2011. – 97 с.
7. *Расчёт* и оценка параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений: метод. указания / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов, С.П. Корнева. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2007. – 38 с.
8. *Malchikov P.N., Myasnikova M.G.* Formation of gene association for general homeostasis and performance components of durum wheat (*Triticum durum* Desf.) // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2016. – Vol. 6, N 4. – P. 357–366.
9. *Predicting* Yield and Stability Analysis of Wheat under Different Crop Management Systems across Agro-Ecosystems in India [Электронный ресурс] / M.L. Jat, R.K. Jat, P. Singh [et al.] // American Journal of Plant Sciences. – 2017. – Vol. 8. – P. 1977–2012. – Режим доступа: https://doi.org/10.4236/ajps.2017.88133.
10. *Голик В.С.* Селекция *Triticum durum* Desf. – Харьков, 1996. – 387 с.
11. *Малокостова Е.И., Пивоварова И.Ю., Попова А.В.* Структурный анализ продуктивности колоса сортов и линий яровой твёрдой пшеницы // Центральный научный вестник. – 2018. – Т. 3, № 22(63). – С. 32–34.
12. *Юсов В.С.* Проблемы производства макаронных изделий // Тенденции и факторы развития агропромышленного комплекса Сибири: доклады науч.-практ. конф. – Кемерово, 2005. – С. 224–226.
13. *Койшыбаев М., Шаманин В.П., Моргунов А.И.* Скрининг пшеницы на устойчивость к основным болезням: метод. указания. – Анкара: ФАО–СЕК, 2014. – 58 с.
14. *Кильчевский А.В., Хотылева Л.В.* Генотип и среда в селекции растений. – Минск: Наука и техника, 1989. – 191 с.
15. *Eberhart S.A., Russell W.A.* Stability parameters for comparing varieties. // Corp. Sci. – 1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36–40.

## REFERENCES

1. Evdokimov M.G., Yusov V.S. *Yarovayatverdayapshenitsa v SibirskomPriirtysh'e* (Spring durum wheat in Siberian Irtysh), Omsk, 2008, 160 p.
2. Rozova M.A., Yanchenko V.I., Mel'nik V.M. *Ekologicheskaya plastichnost' yarovoi tverdoi pshenitsy v usloviyakh Altaya* (Ecological plasticity of spring durum wheat in Altai), Barnaul: Azbuka, 2010, pp. 18-30.
3. Yusov V.S., Evdokimov M.G. *Aktual'nye problem sel'skogo khozyaistva gornykh territorii* (Current problems of agriculture in mountain territories), Proceedings of the 6rd International Scientific and Practical Conference, 2017, pp. 106-111.(In Russ.)
4. Vaezi B., Pour-Aboughadareh, A., Mohammadi, R. [et al.] Integrating different stability models to investigate genotype × environment interactions and identify stable and high-yielding barley genotypes, *Euphytica*, 2019, Vol. 215, p. 63, available at: https://doi.org/10.1007/s10681-019-2386-5.
5. Able J, Atienza S. *Durum wheat for the future: challenges, research and prospects in the 21st century.Crop Pasture Sci*, 2014, available at: https ://doi.org/10.1071/CPv65 n1_FO.
6. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Kiraev R.S., Chanyshev I.O. *Ekologicheskaya plastichnost' sel'skokhozyaistvennykh rastenii (metodika I otsenka*). (Ecological plasticity of agricultural plants (methodology and assessment), Ufa, 2011, 97 p.
7. Zykin V.A., Belan I.A., Yusov V.S., Korneva S.P. *Raschjot I otsenka parametrov ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii* (Calculation and evaluation of parameters of ecological plasticity of agricultural plants), Omsk: OMGAU, 2007, 38 p.

8. Malchikov P.N. Formation of gene association for general homeostasis and performance components of durum wheat (Triticum durum Desf.) *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2016, Vol. 6, No. 4, pp. 357-366.
9. Jat M.L., Jat R.K., Singh P., Jat S.L., Sidhu H.S., Jat H.S., Bijarniya D., Parihar C.M., Gupta R. Predicting Yield and Stability Analysis of Wheat under Different Crop Management Systems across Agro-Ecosystems in India. *American Journal of Plant Sciences*, 2017, Vol. 8, pp. 1977-2012, available at: https://doi.org/10.4236/ajps.2017.88133.
10. Golik V.S. *Selekcia Triticum durum Desf*. (Selection Triticum durum Desf), Kharkov, 1996, 387 p.
11. Malokostova E.I., Pivovarova I.Y, Popova A.V. *Tsentral'nyi nauchnyi vestnik*, 2018, Vol. 3, No. 22(63), pp. 32-34. (InRuss.)
12. Yusov V.S. *Tendencii I factory razvitia agropromyshlennogo kompleksa Sibiri*. (Problems of pasta production), Proceedings Scientific and Practical Conference, Kemerovo, 2005, pp. 224-226. (In Russ.)
13. Kojshybaev M., Shamanin V.P., Morgunov A.I. *Skrining pshenicy na ustojchivost' k osnovnym boleznjam.* (Wheat screening for resistance to major diseases), Ankara: FAOSO, 2014, 58 p.
14. Kil'chevskij A.V., Hotyleva L.V. *Genotip I sreda v selekcii rastenij* (Genotype and Environment in Plant Breeding), Minsk: Nauka I tehnika, 1989, 191 p.
15. Eberhart S.A. Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 1966, Vol. 6, No. 1, pp. 36-40.

УДК 633.313: 631.847.211 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-27-33

# ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОСЕВОВ ЛЮЦЕРНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ТИПА АЗОТНОГО ПИТАНИЯ

**М. Ю. Козырева,** аспирант
**Л. Ж. Басиева,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Горский государственный аграрный университет, Владикавказ, Россия**
**E-mail: ironlag@mail.ru**

***Ключевые слова:*** **люцерна, минеральный азот, биологический азот, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза**

**Реферат.** ***Приведены результаты полевых исследований за 2017–2019 гг. фотосинтетических показателей люцерны в зависимости от типа азотного питания и симбиотической активности посевов. Опыты с люцерной синегибридной проведены в экологических условиях предгорной зоны Республики Северная Осетия–Алания на черноземах выщелоченных с близким залеганием галечника. Сравнивались минеральный и симбиотрофный типы азотного питания растений люцерны. Использовались минеральные азотные удобрения и биопрепараты на основе ризобий. В естественных условиях (контрольный вариант) посевы формировали фотосинтетический потенциал от 1701,3 тыс. м²·дней/га в год посева до 3624,3 тыс. м²·дней/га в посевах второго года жизни. Показатели посевов третьего года жизни имели промежуточные значения между первым и вторым годами пользования посевами. Эффект от стартовых доз азотных удобрений проявился только в год посева на ранних стадиях, когда симбиотическая система еще недостаточно развита и малоактивна. При оценке среднегодового показателя фотосинтетического потенциала стартовые дозы азота дали преимущество всего 1,6%. Максимальный положительный эффект обеспечила предпосевная инокуляция семян активными штаммами клубеньковых бактерий, при этом высокогорные штаммы ризобий были более эффективны. Среднегодовой показатель фотосинтетического потенциала по вариантам опыта находился в пределах 2699,1–3189,4 тыс. м²·дней/га, увеличиваясь по мере улучшения азотного питания. Инокуляция семян высокогорными штаммами клубеньковых бактерий увеличила фотосинтетический потенциал до максимальных значений, или на 18,2%. В этом же варианте, а также в варианте со стартовой дозой азота были достигнуты максимальные значения чистой продуктивности фотосинтеза, которые превысили показатели контрольного варианта на 0,09–0,11 г/м²·сут.***

# PHOTOSYNTHETIC PARAMETERS OF ALFALFA CROPS IN RELATION TO THE TYPE OF NITROGEN NUTRITION

**Kozyreva M.Iu.,** PhD-student
**Basieva L.Zh.,** Candidate of Agriculture, Associate Professor

**Gorsk State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia**

*Keywords:* medic, mineral nitrogen, biological nitrogen, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity.

Abstract. *The paper shows the results of field experiments conducted in 2017-2019. The experiments were devoted to photosynthetic indices of alfalfa in relation to the type of nitrogen nutrition and symbiotic activity of crops. The experiments with alfalfa blue-hybrid were carried out in environmental*

*conditions of the piedmont zone of RNO-Alania on chernozem leached soil with close occurrence of gravel. The researchers compared mineral and symbiotrophic types of nitrogen nutrition of alfalfa plants; they applied mineral nitrogen fertilizers and biospecimens on the basis of rizobium. In natural conditions (control group) the crops formed photosynthetic potential from 1701.3 thousand m²-days/ ha per year of sowing to 3624.3 thousand m²-days/ha in the second year of sowing. Crop rates in the third year had intermediate values between the first and second years of crop use. The effect of starting doses of nitrogen fertilizers was observed during the sowing year in its early stages, when the symbiotic system is still underdeveloped and inactive. When estimating the annual average photosynthetic potential, starting nitrogen doses gave an advantage of only 1.6%. Presowing inoculation of seeds by active strains of strawberry bacteria provided the maximum positive effect, while high mountain strains of rizobium were more effective. Average annual parameter of photosynthetic potential varied from 2699.1to3189.4 thousand m² days/ha, increasing with the improvement of nitrogen nutrition. Inoculation of seeds by high-altitude strains of tuber bacteria increased photosynthetic potential to its maximum values or by 18.2%. In the same variant, as well as in the variant with the starting dose of nitrogen, the maximum values of net productivity of photosynthesis were achieved, which exceeded the values of the control variant by 0.09-0.11 g/m²- day.*

В современных условиях недостатка техногенных средств для стабилизации и повышения плодородия почвы роль бобовых трав резко возрастает [1, 2]. В то же время они являются важным источником белка в кормопроизводстве. Особое место среди представителей этой группы культур принадлежит люцерне, которая является одним из лучших многолетних кормовых растений, пригодных для скармливания всем видам скота и птицы [3, 4].

Не менее важно и агротехническое значение посевов бобовых трав, особенно в свете принятия в России федерального закона об органической продукции и переходе на экологическое сельское хозяйство [5, 6]. Д.Н. Прянишников [7] указывал, что каждый миллион гектаров, занятый люцерной или клевером, обогащает почву таким количества азота, для производства которого потребовалось бы несколько азотно-туковых заводов. Это обстоятельство имеет важное значение с точки зрения экономии энергетических затрат при производстве азотных удобрений. К сожалению, до настоящего времени роль биологически фиксированного азота как фактора повышения плодородия почвы, а также эффективного приема активизации продукционного процесса бобовых культур еще недостаточно оценена.

Важнейшими характеристиками продукционного процесса являются показатели фотосинтетической деятельности, размеры которых определяются многими факторами, в том числе и обеспеченностью растений различными формами азота. Чем выше фотосинтетический потенциал посевов, тем больше солнечной энергии ими используется, клубеньковые бактерии лучше обеспечиваются необходимой энергией и ассимилянтами, а растения, в свою очередь, больше получают азота, биологически связанного ризобиями.

Немаловажное значение имеет и тип азотного питания. При минеральном типе питания у растений активизируются в основном ростовые процессы, увеличиваются количество и высота стеблей, общая биомасса растений [8]. При симбиотрофном типе питания улучшаются в основном качественные показатели травостоя (облиственность растений, площадь листьев, концентрация белка в биомассе). При этом главным условием реализации максимального биологического потенциала агроценозов являются оптимальные параметры факторов жизни растений [9]. Избыток, как и недостаток, определенного фактора может снижать урожай, его качество, и необоснованно завышать себестоимость получаемой продукции.

В этой связи цель наших исследований заключалась в изучении симбиотической активности и продуктивности люцерны в зависимости от типа азотного питания и наличия вирулентного активного штамма ризобий в

экологических условиях Предгорной зоны РСО–Алания.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в течение трех лет (2017–2019 гг.) на территории учебно-научно-производственного отдела Горского государственного аграрного университета. Почвенный покров представлен черноземом выщелоченным, подстилающимся галечником с глубины 60–80 см и характеризующимся средним содержанием гумуса – 4,5–6,0% [10].

Объектами исследований являлись: люцерна синегибридная (*Medicago varia* Mart.) районированного в Северо-Кавказском регионе сорта Вега 87, а также местные расы клубеньковых бактерий рода *Sinorhizobium*, отобранные нами из ризосферной части растений люцерны на различных высотных отметках в экологических условиях Республики Северная Осетия–Алания.

В полевом опыте для предпосевной инокуляции семян применяли инокулюм на основе диких рас клубеньковых бактерий, отобранных в высокогорных условиях (1800 м над уровнем моря, с. Зарамаг РСО–Алания), а также промышленный штамм ризоторфина марки 425а (ВНИИСХМ, г. Санкт-Петербург), рекомендуемый исследователями в данных природно-климатических условиях [11, 12]. Стартовую дозу минеральных форм азота (30 кг д.в./га) вносили ежегодно под предпосевную культивацию и рано весной на посевах второго и третьего года жизни растений.

Климатические условия года посева (2017) были близки к среднемноголетним данным, тогда как второй (2018) и третий (2019) годы исследований отличились экстремальными отклонениями как по условиям увлажнения, так и по температурным показателям.

Схема опыта (вариант):

1. Контроль – естественное плодородие почвы.

2. Ин-1800 – предпосевная инокуляция семян инокулюмом штаммов азотфиксирующих бактерий, отобранных в высокогорных условиях, для изучения вопросов их интродукции и определения конкурентоспособности в равнинных, более благоприятных экологических условиях.

3. Шт. 425а – предпосевная инокуляция семян промышленным штаммом ризоторфина для сравнительной оценки с местными штаммами ризобий и дикими высокогорными расами клубеньковых бактерий.

4. $N_{30}$ – ежегодное внесение стартовых доз азотных удобрений для изучения активности симбиотической деятельности бобово-ризобиального ценоза в присутствии минеральных форм азота.

5. $N_{30}$ + Ин – применение предпосевной инокуляции семян высокогорными штаммами азотфиксирующих бактерий на фоне ежегодных стартовых доз минеральных форм азота для изучения возможности совместного использования указанных агротехнических приемов.

Повторность в опыте четырехкратная, размещение вариантов – рендомизированное, площадь делянки 36 м$^2$ (3,6×10). Методики проведения полевого опыта, определения фотосинтетических показателей и статистической обработки данных – общепринятые [13, 14].

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Фотосинтетическая деятельность является главной составляющей продукционного процесса растений. Активность данного физиологического механизма во многом определяется обеспеченностью растений биологически связанным азотом. Фиксированный симбиотической системой азот воздуха, участвуя в синтезе белка, входит в состав хлоропластов, в которых собственно и осуществляется процесс фотосинтеза. В то же время энергия, аккумулированная в процессе фотосинтеза, активно используется бобово-ризобиальной системой для процессов азотфиксации. На данный взаимовыгодный «обмен» могут оказывать лимитирующее действие

многие экологические факторы, в том числе агрохимические средства и, в частности, минеральные формы азота. Нитраты, потребляемые растениями, требуют дополнительного расхода энергии на переход в аммиачную форму, тогда как фиксированный ризобиями азот доставляется растениям уже в «нужном» состоянии.

Растения и микроорганизмы связаны между собой многочисленными, сложившимися в процессе коэволюции связями, следовательно, их необходимо изучать как единую систему, открытую и лабильную, мгновенно реагирующую на любые изменения в биоценозе [15].

В наших исследованиях в естественных условиях (контрольный вариант) посевы формировали фотосинтетический потенциал (ФП) от 1701,3 тыс. м²·дней/га в год посева до 3624,3 в посевах второго года жизни. Показатели посевов третьего года жизни имели промежуточные значения между первым и вторым годами пользования посевами (таблица).

**Фотосинтетический потенциал посевов люцерны в зависимости от типа азотного питания, тыс. м²·дней/га**
**Photosynthetic potential capacity of alfalfa crops in relation to nitrogen supply type, thousand m²·days/ha**

| Показатель | Вариант | | | | | $НСР_{05}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | контроль | Ин-1800 | Шт. 425а | $N_{30}$ | $N_{30}$ + Ин | |
| *2017 г. (год посева)* | | | | | | |
| Первый укос | 951,3 | 1126,8 | 1085,4 | 1023,3 | 1048,0 | |
| Второй укос | 750,0 | 872,1 | 844,6 | 764,1 | 841,6 | |
| Всего за год | 1701,3 | 1998,9 | 1930,0 | 1787,4 | 1889,6 | 120,7 |
| *2018 г. (второй год жизни)* | | | | | | |
| Первый укос | 1455,9 | 1909,1 | 1820,1 | 1475,8 | 1898,1 | |
| Второй укос | 1191,7 | 1458,1 | 1377,4 | 1168,1 | 1441,0 | |
| Третий укос | 976,8 | 1112,3 | 1049,1 | 999,7 | 1107,0 | |
| Всего за год | 3624,3 | 4479,5 | 4246,6 | 3643,5 | 4446,0 | 306,5 |
| *2019 г. (третий год жизни)* | | | | | | |
| Первый укос | 1250,3 | 1329,8 | 1284,0 | 1263,8 | 1334,3 | |
| Второй укос | 832,7 | 951,3 | 888,2 | 827,2 | 958,2 | |
| Третий укос | 688,7 | 808,9 | 780,1 | 702,2 | 794,2 | |
| Всего за год | 2771,6 | 3089,9 | 2952,3 | 2793,1 | 3086,6 | 172,1 |
| Итого за 3 года | 8097,2 | 9568,3 | 9128,9 | 8224,0 | 9422,2 | |

Сравнительно близкие к контролю показатели имел вариант с внесением стартовых доз минеральных азотных удобрений (в год посева различия между вариантами составили 86,1 тыс. м²·дней/га, или 5,1%, на второй и третий годы жизни – 19,2–21,5 тыс. м²·дней/га, или 0,5–0,7%).

Эффект от стартовых доз проявился только в год посева на ранних стадиях, когда симбиотическая система еще недостаточно развита и малоактивна. Так, к моменту первого укоса ФП в варианте $N_{30}$ превышал посевы контрольного варианта на 72 тыс. м²·дней/га (7,6%), а к моменту второго укоса – всего на 14,1 тыс. ед. (1,9 %).

Дополнительная предпосевная инокуляция семян активными штаммами ризобий на фоне применения стартовых доз азота ($N_{30}$ + Ин) способствовала увеличению ассимиляционной поверхности и, как следствие, показателя фотосинтетического потенциала (среднегодовой ФП вырос на 399,4 тыс. ед., или 14,5 %, в сравнении с 4-м вариантом и на 441,6 тыс. ед., или 16,4 %, в сравнении с контрольным). При этом в год посева эффект только от инокуляции семян (5-й вариант в сравнении с 4-м) составил всего 5,7 %, во второй год превышение достигло 22,0 % и на третий год – 10,5 % (см. таблицу). Следует также отметить, что в год посева эффективность инокуляции к первому укосу составляла всего

2,4% (1048,0 против 1023,3 тыс. ед.), а ко второму укосу увеличилась до 10,1% (841,6 против 764,1 тыс. ед.).

Анализируя приведенные данные, можно заключить, что негативное влияние минеральных форм азота на развитие и активность симбиотической системы бобовых и, соответственно, ФП проявляется в основном на ранних этапах формирования посевов, в период, когда бобово-ризобиальный симбиоз находится только в стадии формирования. В дальнейшем, при развитой и активной симбиотической системе, отрицательное влияние стартовых доз азотных удобрений нивелируется, а показатели вариантов $N_{30}$ + Ин и Ин-1800 выравниваются и становятся практически идентичными.

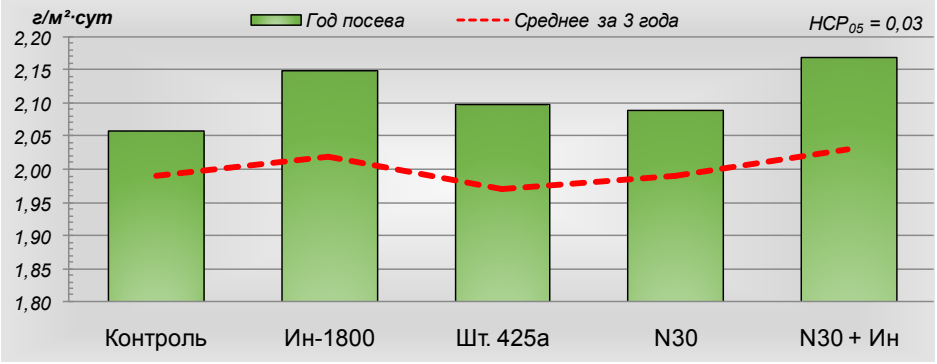
Максимальный положительный эффект на формирование фотосинтетического потенциала в год посева оказала предпосевная инокуляция семян активными штаммами клубеньковых бактерий во втором и третьем вариантах (1930,0–1998,9 тыс. м²·дней/га). Превышение над контролем достигало 13,4–17,5%, при этом высокогорные штаммы ризобий были более эффективны. В последующие годы посевы с промышленным штаммом (425а) уступали показателям посевов с высокогорными штаммами (2-й и 5-й варианты) в среднем на 4,7–5,5%.

Среднегодовой показатель ФП по вариантам опыта находился в пределах 2699,1–3189,4 тыс. м²·дней/га, увеличиваясь по мере улучшения азотного питания. При этом от стартовых доз азота эффект составил всего 1,6 % (2741,3 против 2699,1 тыс. ед.).

Предпосевная инокуляция семян промышленным штаммом ризоторфина увеличила суммарную площадь листьев на 343,8 тыс. м²·дней/га, или 12,7 %, а инокуляция семян высокогорными штаммами клубеньковых бактерий повысила ФП до максимальных значений – 3189,4 тыс. ед., или на 18,2 %. При дополнительном применении стартовых доз азота преимущество над контрольным вариантом в размерах ФП снизилось до 16,4% (3140,7 против 2699,1 тыс. ед.).

Одним из основных результирующих показателей продукционного процесса является показатель чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), характеризующий интенсивность фотосинтетической деятельности. На данный показатель оказывают влияние многие факторы среды, среди которых важнейшими представляются влагообеспеченность вегетационного периода, а также обеспеченность растений питательными элементами, и в первую очередь азотом.

В год посева показатель ЧПФ находился в диапазоне 2,06–2,17 г/м²·сут и изменялся в зависимости от условий азотного питания (рисунок).




Чистая продуктивность фотосинтеза люцерны в зависимости от типа азотного питания
Net photosynthetic productivity of medic in relation to the nitrogen supply type

Минимальный размер ЧПФ отмечался в контрольном варианте. В вариантах с внесением стартовых доз азота ($N_{30}$) и промышленным штаммом ризоторфина (425а) ЧПФ выросла на 0,03–0,04 г/м²·сут. Максимальные значения ЧПФ были достигнуты в вариантах

с использованием высокогорных штаммов клубеньковых бактерий (Ин-1800 и $N_{30}$ + Ин), которые превысили показатели контрольного варианта на 0,09–0,11 г/м²·сут.

Средний показатель чистой продуктивности фотосинтеза, рассчитанный за три года пользования посевами, имеет ту же тенденцию, что и показатели года посева, но с меньшими колебаниями по вариантам – от 1,97 до 2,03 г/м²·сут.

## ВЫВОДЫ

1. Максимальный положительный эффект оказала предпосевная инокуляция семян активными штаммами клубеньковых бактерий, при этом высокогорные штаммы ризобий были более эффективны. Среднегодовой показатель ФП по вариантам опыта находился в пределах 2699,1–3189,4 тыс. м²·дней/га, увеличиваясь по мере улучшения азотного питания.

2. Инокуляция семян высокогорными штаммами клубеньковых бактерий увеличила ФП до максимальных значений, или на 18,2 %.

3. В вариантах Ин-1800 и $N_{30}$ + Ин были достигнуты максимальные значения ЧПФ, которые превысили показатели контрольного варианта на 0,09–0,11 г/м²·сут.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. *Biologizing* technologies for crops cultivation / A.T. Farniev, A.Kh. Kozyrev, A.A. Sabanova [et al.] // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2019. – Т. 6, N 5. – P. 8956–8962. – DOI: 10.5281/zenodo.2669529.
2. *Доев Д.Н., Козырев А.Х.* Агроэкологическое значение посевов люцерны в условиях вертикальной зональности РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 53, № 4. – С. 223–228.
3. *Козырев А.Х., Фарниев А.Т., Болатати Н.О.* Биоресурсный потенциал бобово-ризобиального симбиоза люцерны в условиях РСО-Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2017. – Т. 54, № 4. – С. 181–188.
4. *Фарниев А.Т., Козырев А.Х.* Ресурсосберегающая технология возделывания люцерны на сено и семена // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2013. – Т. 50, № 2. – С. 67–75.
5. *Продуктивность* донника желтого в зависимости от условий минерального питания / А.Т. Фарниев, А.Х. Козырев, Р.Б. Темираев, П.В. Алборова // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2011. – Т. 48, № 2. – С. 36–39.
6. *Фарниев А.Т., Сабанова А.А., Козырев А.Х.* Роль люцерны и козлятника восточного в биологизации земледелия в РСО-Алания // Аграрная Россия. – 2004. – № 1. – С. 24–26.
7. *Прянишников Д.Н.* Азотный баланс в земледелии и значение культуры бобовых // Избр. соч. – 1963. – Т. 3.
8. *Бедило Н.А.* Продуктивность, кормовая ценность и симбиотическая активность видов бобовых трав и их травосмесей на черноземе выщелоченном Западного Предкавказья: дис. ... канд. с.-х. наук. – Краснодар, 2016. – 131 с.
9. *Фарниев А.Т., Козырев А.Х.* Роль агротехнических приемов в повышении интенсивности азотофиксации клубеньковыми бактериями люцерны на выщелоченных черноземах РСО-Алания // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 1998. – № 1. – С. 87.
10. *Дзанагов С.Х.* Плодородие почв и удобрения. – Орджоникидзе: Ир, 1987. – 199 с.
11. *Козырев А.Х., Фарниев А.Т.* Продуктивность посевов люцерны в зависимости от интенсивности азотфиксации в условиях Центральной части Северного Кавказа // Кормопроизводство. – 2009. – № 7. – С. 28–31.
12. *Козырев А.Х., Уртаев А.Л., Алборова П.В.* Биологическая фиксация азота воздуха донником желтым в предгорной зоне РСО–Алания // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2014. – Т. 51, № 3. – С. 71–77.

13. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
14. *Ничипорович А.А.* Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 95 с.
15. *Овчаренко Н.С., Козырев А.Х.* Микромицеты ароматических и лекарственных растений Крыма. – Владикавказ: ФГБОУ ВО «Горский госагроуниверситет», 2018. – 256 с.

## REFERENCES

1. Farniev A.T., Kozyrev A.Kh., Sabanova A.A., Kokoev Kh.P., Khanaeva D.K., Bazaeva L.M., Alborova P.V. Biologizing technologies for crops cultivation. *Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2019, Vol. 6, No. 5, pp. 8956–8962. DOI: 10.5281/zenodo.2669529.
2. Doev D. N., Kozyrev A. Kh. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, Vol. 53, No. 4, pp. 223-228. (In Russ.)
3. Kozyrev A. Kh., Farniev A. T., Bolatati N. O. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, Vol. 54, No. 4, pp. 181-188. (In Russ.)
4. Farniev A. T., Kozyrev A. Kh. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2013, Vol. 50, No. 2, pp. 67-75. (In Russ.)
5. Farniev A. T., Kozyrev A. Kh., Temiraev R. B., Alborova P. V. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2011, Vol. 48, No. 2, pp. 36-39. (In Russ.)
6. Farniev A.T., Sabanova A.A., Kozyrev A.Kh. *Agrarnaya Rossiya*, 2004, No. 1, pp. 24-26. (In Russ.)
7. Pryanishnikov D.N. *Azotnyi balans v zemledelii i znachenie kul'tury bobovykh* (Nitrogen balance in farming and the importance of legume culture), 1963, N. 3.
8. Bedilo N.A. *Produktivnost', kormovaya tsennost' i simbioticheskaya aktivnost' vidov bobovykh trav i ikh travosmesei na chernozeme vyshchelochen-nom zapadnogo Predkavkaz'ya* (Productivity, feed value and symbiotic activity of species of leguminous herbs and their traumas on the black earth of the leached western Pre-Caucasus), Krasnodar, 2016, 131 p.
9. Farniev A.T., Kozyrev A.Kh. *Izvestiya Timiryazevskoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 1998, No. 1, p. 87. (In Russ.)
10. Dzanagov S. Kh. *Plodorodie pochv i udobreniya* (Soil fertility and fertilizers), Ordzhonikidze: Ir, 1987, 199 p.
11. Kozyrev A.Kh., Farniev A.T. *Kormoproizvodstvo*, 2009, No. 7, pp. 28-31. (In Russ.)
12. Kozyrev A.Kh., Urtaev A.L., Alborova P.V. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, Vol. 51, No. 3, pp. 71-77. (In Russ.)
13. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (S osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii)* (Field experience methodology (with basic statistical processing of research results)), Moscow: Kolos, 1979, 416 p.
14. Nichiporovich A.A. *Fotosintez i teoriya polucheniya vysokikh urozhaev* (Photosynthesis and high yield theory), Moscow: AN SSSR, 1956, 95 p.
15. Ovcharenko N.S., Kozyrev A.Kh. *Mikromitsety aromaticheskikh i le-karstvennykh rastenii Kryma* (Micromycets of aromatic and medicinal plants of Crimea), Vladikavkaz: FGBOU VO «Gorskii gosagrouniversitet», 2018, 256 p.

УДК 633.2/3.032:631.8 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-34-41

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ПРИЕМОВ УПРАВЛЕНИЯ УРОЖАЙНОСТЬЮ ЗАЛИВНЫХ ЛУГОВ В РЕСПУБЛИКЕ КОМИ

**А.Ю. Лобанов,** младший научный сотрудник
**А.Г. Тулинов**, кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник

**Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Республика Коми, Россия**
**E-mail: toolalgen@mail.ru**

***Ключевые слова:*** **естественные сенокосы, пойменные луга, минеральные удобрения, микроудобрения, стимуляторы роста, урожайность**

**Реферат.** ***Естественные сенокосы в пойменных (заливных) лугах – источник кормов высокого качества для животноводства. Благодаря ежегодному наносу ила и семян растений данные агроценозы способны самоподдерживаться и самовосстанавливаться. Однако интенсивное использование истощает даже их. Так, средняя урожайность сена упала с 3,5–4,0 до 1,2–1,5 т/га. Возвращение части элементов минерального питания, а также применение различных микроудобрений и стимуляторов роста должно вернуть урожайность пойменных лугов до уровня естественного биологического состояния. В Институте агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (Республика Коми, г. Сыктывкар) были разработаны и испытаны на пойменных лугах р. Сысола и Вычегда варианты с применением минеральных удобрений ($P_{45}K_{45}+N_{30}$ и $P_{45}K_{45}$), двух видов микроудобрений (бор и молибден), трех стимуляторов роста (Вэрва, Эпин-экстра, Гумат) и двух препаратов на основе пектиновых полисахаридов с предполагаемым стимулирующим эффектом ($PA_o$ и $HS_w$). Были рассмотрены также различные комбинации данных вариантов. Исследования проводились на трех опытных участках в 2008–2010; 2013–2015 и 2016–2018 гг. В результате исследований установлено, что пойменные луга, интенсивно использующиеся в качестве сенокосов, наиболее нуждаются в восполнении питания фосфором и калием. Внесение различных микроэлементов и стимуляторов роста в чистом виде увеличивало урожайность на 30–40 % при сопоставимом энергетическом коэффициенте и более низкой энергоемкости корма. Из всех рассмотренных приемов наиболее эффективным оказался вариант с применением препарата Вэрва совместно с полной дозой минеральных удобрений. Использование данного способа позволило повысить урожайность в 2 раза, обеспечило максимальный сбор кормовых единиц – 1,5–2,3 тыс./га. При этом энергоемкость корма была на 20 % ниже, чем в контрольном варианте.***

# EFFICIENCY OF VARIOUS METHODS FOR MANAGING THE CROP YIELD OF BAY MEADOWS IN THE KOMI REPUBLIC

**Lobanov A.Iu.,** Junior Research Fellow
**Tulinov A.G.,** Candidate of Agriculture, Research Fellow

**Institute of Biotechnologies in Agriculture FRC Komi RC UrD RAS, Syktyvkar. the Komi Republic, Russia**

*Keywords:* natural hayfields, floodplain meadows, mineral fertilizers, microfertilizers, growth stimulators, crop yield.

Abstract. *Natural hayfields in floodplain meadows are seen as a source of high quality forage for animal husbandry. Due to annual silt and plant seed load, these agrocenoses are able to support*

*themselves and self-repair. However, intensive use depletes them. Thus, the average hay yield decreses from 3.5-4.0 to 1.2-1.5 t/ha. The return of some elements of mineral nutrition, as well as the use of various microfertilizers and growth stimulators should bring the yield of floodplain meadows back to the level of natural biological situation. Sysola and Vycheda vareties with application of mineral fertilizers ($R_{45}K_{45}+N_{30}$ and $R_{45}K_{45}$), two types of microfertilizers (boron and molybdenum), three growth stimulators (Verva, Epin-extra, Gumat) and two specimens on the basis of pectin polysaccharides with stimulating effect (PAo and HSw) were developed at the Institute of Biotechnologies in Agriculture of Komi FIC NTs UD RAS (Komi Republic, Syktyvkar) and tested in floodplain meadows of the river. The authors explored various combinations of these options. The experiment was conducted at three pilot sites in 2008-2010; 2013-2015 and 2016-2018. As a result of the research, it was found out that floodplain meadows intensively used as hayfields are most in need of replenishment with phosphorus and potassium. Application of various microelements and growth stimulators in the pure form increased yields by 30-40 % with a comparable energy coefficient and lower energy intensity of feed. The most effective method was the variant with application of Verva specimen together with the full dose of mineral fertilizers. This method increased the yield by 2 times, provided the maximum yield of forage units - 1.5-2.3 thousand / ha. At the same time, the energy intensity of forage was 20% lower than in the control variant.*

Несмотря на развитие таких перспективных технологий, как сенаж, а также активную заготовку силоса сено остается одним из главных источников кормов для крупного рогатого скота в Республике Коми [1]. Всего на сенокосы приходится 168,1 тыс. га сельскохозяйственных угодий из почти что 418,1 тыс. га [2]. Важную долю из всей площади сенокосов составляют пойменные заливные луга бассейнов р. Вычегда, Сысола и Печора. В отличие от суходольных, данные площади ежегодно получают восполнение части питательных веществ за счет наноса ила во время весеннего половодья. Вместе с ним производится занос семян растений, что позволяет поддерживать биоразнообразие травостоев. Если на суходольных лугах урожайность сена в среднем составляет 0,8–1,2 т/га, то на заливных может достигать 4,0 т/га [3].

Однако активное использование данных кормовых угодий привело к их истощению. Возникла необходимость восполнения части потерь элементов питания, забираемых при кормозаготовке. Одновременно появилось множество стимуляторов, регуляторов роста и микроудобрений, применение которых способно повысить урожайность пойменных лугов без значительного увеличения затрат [4, 5].

В связи с этим на базе Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН (Республика Коми, г. Сыктывкар) с 2008 по 2018 г. проводилась работа по исследованию различных препаратов в чистом виде и по фону пониженной дозы минеральных удобрений в поймах р. Сысола и Вычегда.

Цель исследований – выявление оптимальных способов применения различных препаратов для повышения урожайности естественных сенокосов с минимальными затратами.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на трех испытательных участках в поймах р. Сысола и Вычегда. Площадь учетных делянок – 10 м$^2$, повторность четырехкратная [6]. Исходный травостой всех участков – злаково-разнотравный с участием небольшого количества бобовых.

Почва опытного участка № 1 (годы исследований 2008–2010), расположенного в пойме р. Сысола, местечке Межадор (61°09′14″ с.ш. 50°20′12″ в.д.), дерново-подзолистая, супесчаная, pH – 3,9. Обеспеченность подвижным калием и фосфором средняя (57,9 и 94,7 мг/кг), содержание гумуса – 2,1 %.

Почва опытного участка № 2 (годы исследований 2013–2015), также расположенного в пойме р. Сысола, местечке Межадор (61°09′14″ с.ш. 50°20′12″ в.д.), дерново-подзолистая, супесчаная, pH – 3,8. Обеспеченность подвижным калием и фосфором средняя (93,4 и 77,0 мг/кг), содержание гумуса – 2,1 %.

Почва опытного участка № 3 (годы исследований 2016–2018), находящегося в пойме р. Вычегда, местечке Красный Затон (61°40′40″ с.ш. 50°58′30″ в.д.), дерново-подзолистая, супесчаная, pH – 3,9. Обеспеченность подвижным калием и фосфором средняя (116,4 и 67,9 мг/кг), содержание гумуса – 2,3 %.

Всего в исследованиях применяли две дозы минеральных удобрений ($P_{45}K_{45}+N_{30}$ и $P_{45}K_{45}$), два вида микроудобрений (бор и молибден), стимуляторы роста (Вэрва, Эпин-экстра и Гумат) и два препарата на основе пектиновых полисахаридов с предполагаемым стимулирующим эффектом ($PA_o$ и $HS_w$).

Бор способствует усилению роста, увеличению количества цветков и плодов, а его отсутствие нарушает процесс созревания семян [7].

Молибден играет специфическую роль в усвоении атмосферного азота бобовыми культурами. При недостатке молибдена в растениях нарушаются многие процессы жизнедеятельности, в тканях растений начинают накапливаться нитраты [8].

Вэрва – стимулятор роста растений и фунгицид (активная часть представлена натриевыми солями тритерпеновых кислот) [9].

Эпин-экстра – стимулятор роста, обладающий сильной ростостимулирующей активностью (составное вещество – очищенный 24-эпибрассинолид) [10].

Гумат – стимулятор роста и развития растений, относится к комплексным органоминеральным препаратам (действующее вещество – гумусовые, в том числе фульво- и гуминовые кислоты) [11].

Пектиновые полисахариды обладают иммуномодулирующими и росторегулирующими свойствами. $PA_o$ – пектины ели обыкновенной (*Picea abies*), $HS_w$ – борщевика Сосновского (*Heracleum sosnowskyi* L.), главную углеводную цепь которых составляют 1,4-связанные остатки α-D-галактопиранозилуроновой кислоты [12–14].

Удобрения и микроэлементы вносили после схода паводковых вод, стимуляторы роста – в жидком виде в фазу кущения злаковых.

Дозы внесения: бор – 0,015 кг/га, молибден – 0,001 кг/га, Вэрва – 200 мл/га, Гумат – 0,5 л/га, Эпин-экстра – 0,05 л/га, $PA_o$ и $HS_w$ – 0,36 л/га. Применялись все препараты в виде готового бакового раствора с расходом рабочей жидкости 300 л/га.

Учет урожайности и отбор кормов на химические пробы проводили во второй-третьей декаде июня в фазу колошения злаковых трав. Качество кормов определено по известным методикам, согласно руководству по анализу кормов [15]. Статистическая обработка полученных в результате исследований данных проводилась путем дисперсионного

*Таблица 1*

**Погодные условия за период наблюдений**
**Weather conditions in the experimental period**

| Год | Температура, °С | | Осадки, мм | | Дней паводка |
|---|---|---|---|---|---|
| | Май | Июнь | Май | Июнь | |
| 2008 | 6,4 | 14,6 | 58 | 40 | 12 |
| 2009 | 8,8 | 14,5 | 44 | 127 | 14 |
| 2010 | 13,1 | 14,0 | 35 | 96 | 14 |
| 2013 | 17,4 | 19,5 | 35 | 31 | - |
| 2014 | 13,4 | 14,4 | 106 | 89 | 2 |
| 2015 | 16,2 | 13,9 | 58 | 45 | 3 |
| 2016 | 14,6 | 19,9 | 53 | 91 | 20 |
| 2017 | 12,4 | 18,3 | 96 | 76 | 30 |
| 2018 | 13,5 | 19,5 | 76 | 93 | 14 |

анализа [16] с помощью программ STATVIUA (Система статистического анализа, 1991) и пакета анализа данных Microsoft Office Excel 2007.

В период исследований складывались разные природно-климатические условия (табл. 1), которые в значительной степени повлияли на урожай получаемого сена и эффективность использования различных стимуляторов роста.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

За годы исследований естественные луга показали весьма низкую продуктивность – всего 1,2–1,4 т/га, что в 2–2,5 раза ниже по сравнению с данными литературных источников – 3,0–3,5 т/га [17]. Это еще раз подтверждает, что сильная антропогенная нагрузка истощает естественные биоценозы.

При этом внесение минеральных удобрений ($P_{45}K_{45}$ и $P_{45}K_{45}+N_{30}$) способствовало увеличению урожайности в среднем на 35–90 %. Единственным годом, когда внесение минеральных удобрений не показало положительного эффекта, оказался 2013 г. Отсутствие паводковых вод на фоне самого низкого количества осадков в мае и июне из всех годов исследований привело к тому, что сухие минеральные удобрения оказались неэффективными.

Сравнение между собой вариантов минеральных удобрений $P_{45}K_{45}$ и $P_{45}K_{45}+N_{30}$ показало, что использование азота в дозе $N_{30}$ не дает достоверно значимой прибавки урожая, что свидетельствует о достаточном его количестве, приносимом с наносным илом. Естественные сенокосы в большей степени нуждаются в калийных и фосфорных удобрениях.

Использование микроэлементов, в частности бора и молибдена в чистом виде, увеличило урожайность сенокосов в среднем на 0,5–0,6 %, однако только в 2009 г. на фоне рекордного количества осадков в июне данный результат был достоверно значимым (табл. 2). Сочетание этих элементов не оказало синергетического влияния на урожайность сенокосов и дало результат, аналогичный их применению по отдельности.

Использование микроэлементов совместно с $P_{45}K_{45}+N_{30}$ позволило получить макси-

*Таблица 2*

**Эффективность различных приемов управления продуктивностью пойменных (заливных) лугов р. Сысола (местечко Межадор) в 2008–2010 гг.**

**Effect of different methods to manage productivity of floodpain meadows of the river Sysola in 2008-2010**

| Вариант | Урожайность сена, т/га | | | В среднем | | | | Энергетический коэффициент | Энергоемкость корма, ГДж/т |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2008 г. | 2009 г. | 2010 г. | урожайность сена, т/га | сбор обменной энергии, ГДж/га | кормовые единицы, тыс/га | сырой протеин в абсолютно сухом веществе, % | | |
| Контроль | 1,4 | 1,5 | 1,3 | 1,4 | 6,7 | 1,1 | 9,3 | 2,2 | 2,1 |
| $P_{45}K_{45}$ | 2,3 | 2,9 | 2,1 | 2,4 | 9,8 | 1,7 | 11,1 | 1,9 | 2,1 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$ | 2,6 | 3,1 | 2,4 | 2,7 | 9,7 | 1,9 | 12,4 | 1,7 | 2,1 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$ + бор | 3,0 | 3,7 | 2,7 | 3,1 | 9,9 | 2,2 | 12,7 | 1,7 | 1,9 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$+молибден | 2,7 | 3,5 | 2,5 | 2,9 | 9,9 | 2,1 | 12,7 | 1,7 | 2,0 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$+Вэрва | 3,2 | 3,3 | 2,5 | 2,9 | 9,5 | 2,3 | 13,0 | 1,6 | 1,8 |
| $P_{45}K_{45}$+Вэрва | 2,7 | 3,4 | 2,1 | 2,7 | 9,6 | 1,9 | 11,2 | 1,8 | 2,0 |
| Бор | 2,0 | 2,7 | 1,8 | 2,2 | 9,9 | 1,5 | 10,2 | 3,1 | 1,5 |
| Молибден | 2,0 | 2,6 | 1,8 | 2,1 | 9,8 | 1,4 | 10,4 | 3,0 | 1,5 |
| Вэрва | 1,9 | 2,4 | 1,8 | 2,0 | 9,7 | 1,4 | 8,9 | 2,9 | 1,6 |
| Бор + молибден | 1,8 | 2,4 | 1,7 | 2,0 | 9,5 | 1,4 | 9,6 | 2,7 | 1,8 |
| $НСР_{05}$ | 0,6 | 0,7 | 0,6 | 0,3 | | | | | |

мальную урожайность – 3,7 т/га. В среднем она повысилась в 2–2,5 раза.

Применение биологического препарата Вэрва в чистом виде повышало урожайность в среднем на 40 %, тогда как использование его по фону минеральных удобрений – на 34–100 %, причем наихудший результат оказался в 2013–2015 гг., когда луга практически не затоплялись таловыми водами, а температурный фон и количество осадков по месяцам оказались не слишком благоприятными (табл. 3).

*Таблица 3*

**Эффективность различных приемов управления продуктивностью пойменных (заливных) лугов р. Сысола (местечко Межадор) в 2013–2015 гг.**
**Effect of different methods to manage productivity of floodpain meadows of the river Sysola (Mezhador) in 2013-2015**

| Вариант | Урожайность сена, т/га | | | В среднем | | | | Энергетический коэффициент | Энергоемкость корма, ГДж/т |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | урожайность сена, т/га | сбор обменной энергии, ГДж/га | кормовые единицы, тыс/га | сырой протеин в абсолютно сухом веществе, % | | |
| Контроль | 1,4 | 1,6 | 1,3 | 1,4 | 6,1 | 0,9 | 9,6 | 2,0 | 2,1 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$ | 1,4 | 1,9 | 2,3 | 1,9 | 8,6 | 1,3 | 10,0 | 1,5 | 3,0 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$+Вэрва | 1,4 | 2,2 | 2,6 | 2,1 | 9,1 | 1,5 | 10,3 | 1,5 | 2,8 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$+Эпин-экстра | 1,5 | 1,9 | 2,4 | 1,9 | 8,4 | 1,4 | 10,1 | 1,4 | 3,0 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$+Гумат | 1,5 | 1,8 | 2,3 | 1,9 | 7,7 | 1,3 | 9,8 | 1,3 | 3,2 |
| $P_{45}K_{45}$ | 1,4 | 1,9 | 2,2 | 1,9 | 8,0 | 1,3 | 10,0 | 1,6 | 2,8 |
| $P_{45}K_{45}$ + Эпин-экстра | 1,5 | 1,8 | 2,4 | 1,9 | 8,2 | 1,4 | 10,1 | 1,5 | 2,9 |
| $P_{45}K_{45}$ + Гумат | 1,4 | 1,8 | 2,3 | 1,8 | 7,5 | 1,3 | 10,1 | 1,4 | 2,9 |
| Эпин-экстра | 1,4 | 1,6 | 2,1 | 1,7 | 6,7 | 1,1 | 9,8 | 2,0 | 1,9 |
| Гумат | 1,4 | 1,6 | 2,0 | 1,7 | 7,1 | 1,1 | 10,0 | 2,2 | 1,9 |
| $НСР_{05}$ | 0,1 | 0,3 | 0,3 | 2,3 | | | | | |

Применение препаратов Эпин-экстра и Гумат позволило увеличить урожайность в среднем на 20 %, а по фону минеральных удобрений – на 40 %. Данные препараты плохо показали себя в условиях засухи 2013 г., а в 2014 г. из-за обильных майских дождей не смогли нормально впитаться растениями и тоже оказались неэффективны.

Применение пектиновых полисахаридов в чистом виде повышало урожайность естественных лугов в среднем на 20–50 % (табл. 4). По фону минеральных удобрений данные препараты увеличивали урожайность в среднем в 2,3 раза, причем пектиновый полисахарид $РА_о$ продемонстрировал наибольшую эффективность по фону минеральных удобрений, а $HS_w$ – в чистом виде. Стоит отметить, что данные препараты оказались неэффективны в условиях затяжного паводка 2014 г. на фоне большого количества майских осадков. Так же как Эпин-экстра и Гумат, они оказались просто смыты.

По влиянию изучаемых приемов на качество получаемого сена стоит отметить, что на сбор сырого протеина влияет в первую очередь внесение минеральных удобрений.

По сбору кормовых единиц наилучший результат отмечен в варианте с применением препарата Вэрва по фону полной дозы минеральных удобрений –1,5–2,3 тыс/га.

Для успешного ведения хозяйственной деятельности важно понимать энергетическую эффективность применяемых приемов. Следует стремиться к повышению энергетического коэффициента (отношение полученной энергии к затраченной) и к снижению энергоемкости корма (количество энергии, потраченное на получение продукции) [18]. Для контроля (естественного луга), где все энергетические затраты относятся сугубо к получению корма, энергетический коэффициент составляет 2,0–2,2, а энергоемкость – 2,1–2,5 ГДж/т. Исследования показали, что применение бора, молибдена и препарата Вэрва

*Таблица 4*

**Эффективность различных приемов управления продуктивностью пойменных (заливных) лугов р. Вычегда (местечко Красный Затон) в 2016–2018 гг.**
**Effect of different methods to manage productivity of floodpain meadows of the river Vychegda (Krasnyy Zaton) in 2016-2018**

| Вариант | Урожайность сена, т/га | | | В среднем | | | | Энергетический коэффициент | Энергоемкость корма, ГДж/т |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | урожайность сена, т/га | сбор обменной энергии, ГДж/га | кормовые единицы, тыс/га | сырой протеин в абсолютно сухом веществе, % | | |
| Контроль | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 1,2 | 6,6 | 0,8 | 9,1 | 2,2 | 2,5 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$ | 2,3 | 1,7 | 2,7 | 2,2 | 7,5 | 1,2 | 11,4 | 1,3 | 2,3 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$ + Вэрва | 2,5 | 1,8 | 3,1 | 2,4 | 8,1 | 1,6 | 11,5 | 1,4 | 2,6 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$ + $PA_o$ | 3,0 | 1,8 | 3,5 | 2,8 | 8,2 | 1,4 | 11,8 | 1,4 | 2,1 |
| $P_{45}K_{45}+N_{30}$ + $HS_w$ | 3,0 | 1,8 | 3,3 | 2,7 | 7,9 | 1,6 | 11,7 | 1,3 | 2,2 |
| $PA_o$ | 1,6 | 1,2 | 1,7 | 1,5 | 7,1 | 1,4 | 10,4 | 2,2 | 2,2 |
| $HS_w$ | 2,1 | 1,2 | 2,2 | 1,8 | 7,3 | 1,5 | 10,8 | 2,2 | 1,8 |
| $НСР_{05}$ | 0,5 | 0,3 | 0,4 | 1,7 | | | | | |

в чистом виде позволяет получить энергетический коэффициент на 30–40 % выше, чем на естественном луге, что говорит о лучшем отношении понесенных энергетических затрат к сбору обменной энергии, полученной из корма. У прочих стимуляторов роста растений, применяемых в чистом виде, коэффициент в целом сопоставим с контролем. В варианте с применением минеральных удобрений, а также сочетания минеральных удобрений и микроэлементов, стимуляторов роста коэффициент всегда был ниже, чем в контроле.

Энергоемкость сена в вариантах с применением минеральных удобрений, а также их сочетаний с микроэлементами и стимуляторами роста в целом соответствует контролю – затраты на получение дополнительной продукции прямо пропорциональны понесенным энергетическим затратам. Исключение составляет только период изучения с 2013 по 2015 г., когда из-за засухи и низкого уровня паводковых вод энергетические затраты на внесение минеральных удобрений не окупились за счет увеличения урожая. Среди данных вариантов выделяется прием с применением препарата Вэрва по полному фону минеральных удобрений. Энергоемкость в данном варианте составила 1,8, что на 20 % ниже, чем в контроле, и сопоставимо с вариантами, где стимуляторы роста применяются в чистом виде. В вариантах с применением микроэлементов и стимуляторов в чистом виде наиболее выделились бор и молибден, у которых отмечена самая низкая энергоемкость – 1,5 ГДж/га.

## ВЫВОДЫ

1. Заливные пойменные луга, интенсивно использующиеся в качестве сенокосов, наиболее нуждаются в восполнении фосфорного и калийного питания. Внесение минеральных удобрений в дозе действующего вещества 45 кг/га способствовало увеличению урожайности в 1,5–1,9 раза.

2. Внесение различных микроэлементов и стимуляторов роста в чистом виде повышало урожайность на 30–40 % при сопоставимом энергетическом коэффициенте и более низкой энергоемкости корма.

3. Из всех рассмотренных приемов наиболее эффективным оказалось применение препарата Вэрва совместно с полной дозой минеральных удобрений. Использование данного варианта позволило повысить урожайность в 2 раза, обеспечило максимальный сбор кормовых единиц – 1,5–2,3 тыс/га. При этом энергоемкость корма была на 20 % ниже, чем в контрольном варианте.

Работа выполнена в рамках Государственного задания № 0412-2019-0051. Рег. № НИОКТР АААА-А20-120022790009-4.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. *Система* земледелия Республики Коми: монография / Г.Т. Шморгунов, А.Г. Тулинов, Н.В. Булатова [и др.]. – Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ, 2017. – 225 с.
2. *О состоянии* окружающей среды Республики Коми в 2018 году: гос. докл. – Сыктывкар, 2019. – 163 с.
3. *Система* ведения сельского хозяйства Коми АССР. Т. I: Система интенсивного ведения земледелия / Г.И. Гагиев, И.В. Забоева, М.А. Чувьюров [и др.]. – Сыктывкар: Коми кн. изд-во, 1983. – 148 с.
4. *Беляева Р.А., Козлова Ю.А.* Влияние макро- и микроудобрений на продуктивность пойменных лугов реки Печора // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2012. – № 4. – С. 36–38.
5. *Беляева Р.А., Каракчиева Е.Ф., Регорчук Н.В.* Влияние микроэлементов и биологически активных веществ на продуктивность естественных лугов в пойме реки Сысола // Кормопроизводство. – 2009. – № 8. – С. 18–20.
6. *Методика* опытных работ на сенокосах и пастбищах. – М.: Сельхозгиз, 1961. – 288 с.
7. *Елькина Г.Я., Князева И.Г., Маслова Н.И.* Рекомендации по применению микроудобрений при возделывании сельскохозяйственных культур в условиях Коми АССР. – Сыктывкар, 1989. – 14 с.
8. *Анспок П.И.* Микроудобрения: справочник. – Л.: Агропромиздат, 1990. – 272 с.
9. *Сравнительное* исследование эффективности регуляторов роста растений при выращивании льна-долгунца / Е.Ю. Бахтенко, Ю.А. Суслов, П.Б. Курапов [и др.] // Агрохимия. – 2011. – № 8. – С. 37–43.
10. *Исследование* антибактериальных свойств стимулятора роста растений «Эпин-экстра» с целью получения экологически чистой продукции / О.В. Астафьева, Д.Д. Вилкова, Ю.В. Батаева [и др.] // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2015. – № 8(130). – С. 81–85.
11. *Корсаков К.В., Марахтанов Д.В.* Гумат калия/натрия с микроэлементами. – Саратов, 2007. – 30 с.
12. *Тулинов А.Г., Михайлова Е.А., Шубаков А.А.* Применение пектиновых полисахаридов в качестве стимуляторов роста и развития *Solanum tuberosum* L. // Химия растительного сырья. – 2018. – № 4. – С. 289–298.
13. *Pectin* modifications: a review / Jun Chen, Wei Liu, Cheng-Mei Liu, [et al.] // Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2015. – Vol. 55, N. 12. – P. 1684–1698.
14. *Pectin*, a versatile polysaccharide present in plant cell walls / Alphons G.J. Voragen, Gerd-Jan Coenen, Rene P. Verhoef, Henk A. Schols // Structural Chemistry. – 2009. – N. 20. – P. 263–275.
15. *Руководство* по анализам кормов. – М.: Колос, 1982. – 75 с.
16. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
17. *Косолапов В.М., Трофимов И.А.* Справочник по кормопроизводству. – М.: Россельхозакадемия, 2014. – 717 с.
18. *Методическое* пособие по определению энергозатрат при производстве продовольственных ресурсов и кормов для условий Северо-Востока европейской части Российской Федерации. – Киров, 1997. – 62 с.


## REFERENCES


1. Shmorgunov G.T., Tulinov A.G., Bulatova N.V. [et al.] *Sistema zemledeliya Respubliki Komi: monografiya* (Farming system of the Komi Republic: monograph), Syktyvkar: GOU VO KRAGSiU, 2017, 225 p. (In Russ.)
2. *Gosudarstvennyi doklad «O sostoyanii okruzhayushchei sredy Respubliki Komi v 2018 godu»: gos. doklad* (State report «On the state of the environment of the Komi Republic in 2018»: state report), Syktyvkar, 2019, 163 p. (In Russ.)
3. Gagiev G.I., Zaboeva I.V., Chuv'yurov M.A. et al. *Sistema vedeniya sel'skogo khozyaistva Komi ASSR. T. I: Sistema intensivnogo vedeniya zemledeliya* (Agriculture system of the Komi Autonomous Soviet Socialist Republic. Vol. I: The system of intensive farming), Syktyvkar: Komi kn. izd-vo, 1983, 148 p.
4. Belyaeva R.A., Kozlova Yu.A., *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2012, No. 4, pp. 36-38. (In Russ.)
5. Belyaeva R.A., Karakchieva E.F., Regorchuk N.V., *Kormoproizvodstvo,* 2009, No. 8, pp. 18-20. (In Russ.)

6. *Metodika opytnykh rabot na senokosakh i pastbishchakh* (Methods of experimental work on hayfields and pastures), Moscow: Sel'khozgiz, 1961, 288 p. (In Russ.)
7. El'kina G.Ya., Knyazeva I.G., Maslova N.I. *Rekomendatsii po primeneniyu mikroudobrenii pri vozdelyvanii sel'skokhozyaistvennykh kul'tur v usloviyakh Komi ASSR* (Recommendations on the use of micronutrient fertilizers in the cultivation of crops in the Komi ASSR), Syktyvkar, 1989, 14 p. (In Russ.)
8. Anspok P.I. *Mikroudobreniya: spravochnik* (Microfertilizers: reference), Leningrad: Agropromizdat, 1990, 272 p.
9. Bakhtenko E.Yu., Suslov Yu.A., Kurapov P.B. [et al.], *Agrokhimiya*, 2011, No. 8, pp. 37-43. (In Russ.)
10. Astaf'eva O.V., Vilkova D.D., Bataeva Yu.V. [et al.], *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, No. 8(130), pp. 81-85. (In Russ.)
11. Korsakov K.V., Marakhtanov D.V. *Gumat kaliya/natriya s mikroelementami* (Potassium/sodium humat with trace elements), Saratov, 2007, 30 p. (In Russ.)
12. Tulinov A.G., Mikhailova E.A., Shubakov A.A., *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, No. 4, pp. 289-298. (In Russ.)
13. Jun Chen, Wei Liu, Cheng-Mei Liu, Ti Li, Rui-Hong Liang, Shun-Jing Luo. Pectin modifications: a review, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2015, vol. 55, No. 12, pp. 1684-1698.
14. Alphons G.J. Voragen, Gerd-Jan Coenen, Rene P. Verhoef, Henk A. Schols. Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls. *Structural Chemistry*, 2009, No 20, pp. 263-275.
15. *Rukovodstvo po analizam kormov* (Feed analysis guide), Moscow: Kolos, 1982, 75 p. (In Russ.)
16. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii)* (Methods of field experience (with the basics of statistical processing of research results), Moscow: Kolos, 1979, 416 p.
17. Kosolapov V.M., Trofimov I.A. *Spravochnik po kormoproizvodstvu* (Guide to feed production), Moscow: Rossel'khozakademiya, 2014, 717 p.
18. *Metodicheskoe posobie po opredeleniyu energozatrat pri proizvodstve prodovol'stvennykh resursov i kormov dlya uslovii Severo-Vostoka evropeiskoi chasti Rossiiskoi Federatsii* (Toolkit for determining energy consumption in the production of food resources and feed for the conditions of the North-East of the European part of the Russian Federation), Kirov, 1997, 62 p.

УДК 633.16 : 632.95 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-42-49

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ФУНГИЦИДАМИ

**А.А. Постовалов,** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
**С.Ф. Суханова,** доктор сельскохозяйственных наук, профессор

**Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т.С. Мальцева, Курган, Россия**
**E-mail: p_alex79@mail.ru**

***Ключевые слова*: яровой ячмень, корневая гниль, предпосевное обеззараживание, препараты, урожайность**

**Реферат.** ***Приводятся данные по влиянию предпосевной обработки семян фунгицидами на продуктивность и поражаемость ярового ячменя корневой гнилью – наиболее распространенной и вредоносной болезнью в Курганской области. Гидротермические условия в период проведения опытов были благоприятными для возделывания ярового ячменя. Гидротермический коэффициент летних месяцев вегетационного периода 2017 г. составил 1,03; 2018 г. – 0,89, а 2019 г. – 0,95. Исследованиями установлено, что индекс развития болезни зависел от гидротермических условий вегетационного периода, и при благоприятном режиме увлажнения развитие корневой гнили снижалось. Уравнение регрессии имеет вид: y =108,7–90,9x. При предпосевной обработке семян отмечалось снижение развития болезни, при этом наиболее эффективно корневую гниль подавляли препараты Скарлет и Поларис (индекс развития болезни снижался до 9,6–13,1%). Доля влияния предпосевной обработки семян на индекс развития болезни составила 37,4%. При обработке семян препаратами достоверно увеличивалась урожайность ярового ячменя – на 9,3–17,3%. Продуктивность ярового ячменя возрастала при благоприятных гидротермических условиях, доля влияния этого фактора составила 23,8%, а доля влияния предпосевной обработки семян – 55,5%. За период проведения исследований урожайность ярового ячменя снижалась при увеличении поражаемости корневой гнилью, уравнение регрессии имеет вид: y = 28,36 – 0,49x. Для снижения поражаемости корневой гнилью и увеличения продуктивности ярового ячменя предлагается проводить предпосевное обеззараживание семян препаратами Скарлет (норма расхода 0,4 л/т) и Поларис (норма расхода 1,5 л/т), при этом степень развития болезни снижается, а урожайность увеличивается на 13,2–17,3%.***

# EFFICIENCY OF SPRING BARLEY SEED PRE-SOWING TREATMENT WITH FUNGICIDES

**Postovalov A.A.,** Candidate of Agriculture, Associate Professor
**Sukhanova S.F.,** Dr.of Agricultural Sc., Professor

**Kurgan State Agricultural Academy named after Maltsev, Kurgan, Russia**

*Keywords:* spring barley, root rot, presowing disinfection, specimens, crop yield.

Abstract. *The paper shows the effect of fungicide seed pre-treatment on the productivity and infestibility of spring barley root rot which is seen as the most common and harmful disease in the Kurgan region. The authors highlight the hydrothermal conditions were favorable for spring barley cultivation within the experimental period. The hydrothermal coefficient of summer months of the vegetation*

*period in 2017 was 1.03; 2018 - 0.89, and in 2019 - 0.95. The researchers found out that the disease progress index depended on hydrothermal conditions of the vegetation period, and was reduced by means of favorable regime of moisture, root rot development. The regression equation is as follows: y = 108.7-90.9x. The researchers observed lower disease progress, with the most effective root rot suppressed by Scarlet and Polaris specimens (the disease progress index decreased to 9.6-13.1%). At pre-sowing treatment of seeds there was The impact of seedbed preparation on the disease progress index was 37.4%. When treating seeds with specimens, spring barley yield increased by 9.3-17.3%. Spring barley productivity increased under favorable hydrothermal conditions, the effect of this factor was 23,8%, and the effect of pre-sowing treatment of seeds was 55,5%. During the research period the spring barley yield decreased while root rot infestation increased; the regression equation is as follows: y = 28.36 - 0.49x. To reduce the infestation of root rot and increase the productivity of spring barley, the paper suggests to apply pre-sowing disinfection of seeds with specimens Scarlet (rate of consumption of 0.4 l/t) and Polaris (rate of consumption of 1.5 l/t), while the disease progress rate reduced and yield increases by 13.2-17.3%.*

Правительством Российской Федерации утверждена Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017–2025 гг., разработанная с учетом Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации. Целью программы является обеспечение стабильного роста производства сельскохозяйственной продукции, технологий производства высококачественных кормов и снижение импортозависимости [1].

Одним из основных источников растительного белка для животных и птицы являются однолетние кормовые культуры. Питательные вещества кормов необходимы в качестве источника энергии для жизнедеятельности организма и структурного материала для образования продукции. В составе рационов для животных и птицы доля зерновых достигает 70–80 %. Возникает необходимость использования в рационах более дешевых компонентов, в том числе ячменя. Успехи традиционной генетики позволили получить оригинальные сорта зерновых кормовых культур, в том числе ячменя, отличающиеся повышенной энергетической, протеиновой питательностью, а также характеризующиеся пониженным содержанием трудноперевариимой клетчатки [2–6].

Воздействие биотических и абиотических стресс-факторов, оказывающих влияние на яровой ячмень, приводит к низкой реализации генетического потенциала продуктивности и снижению урожаев зерна. Одной из широко распространенных и вредоносных болезней зерновых культур является корневая гниль. По оценкам разных ученых, недобор урожая ярового ячменя от нее составляет ежегодно 15–20 % и более при ухудшении его качества. Таким образом, получение высоких и стабильных урожаев ярового ячменя невозможно без организации грамотной системы защитных мероприятий, оценки фитосанитарной ситуации в агроценозах кормовых культур и разработки приемов её оптимизации. Особое значение при организации защитных мероприятий отводится предпосевному обеззараживанию посевного материала [7–12]. Кроме того, препараты для предпосевной обработки не только подавляют семенную и почвенную инфекцию, защищают растения на ранних стадиях развития, но и повышают посевные качества семян сельскохозяйственных культур, устойчивость растений к стрессовым факторам, поэтому оценка их эффективности остается актуальной задачей региональных систем защиты растений.

В связи с этим целью исследования являлась оценка эффективности предпосевного обеззараживания семян ярового ячменя.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты проводились в 2017–2019 гг. на опытном поле ФГБОУ ВО Курганская ГСХА, расположенном в лесо-

степной зоне Курганской области. Влияние предпосевной обработки семян фунгицидами на поражаемость корневой гнилью изучали на яровом ячмене сорта Прерия. Семена обрабатывали методом предпосевного обеззараживания с увлажнением при норме расхода препаратов: Бенефис – 0,8 л/т, Скарлет – 0,4, Поларис – 1,5 и Туарег – 1,4 л/т. Расход воды – 10 л/т семян. В контрольном варианте семена не обрабатывали.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный маломощный малогумусный среднесуглинистого гранулометрического состава. Агротехника – общепринятая для зоны. Посев проводили в третьей декаде мая сеялкой ССНП-1,6 на глубину 5–7 см с последующим прикатыванием. Площадь опытной делянки составляла 25 м$^2$. Предшественник – вторая пшеница после пара. Посев, наблюдения за ростом и развитием растений, уборку урожая вели согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур [13].

Учёт корневой гнили проводили дифференцированно по органам по методике В.А. Чулкиной [14,15]. Перед уборкой вели учет элементов структуры урожая. Результаты, полученные в ходе наблюдений, подвергали статистической обработке по алгоритмам, предложенным Б.А. Доспеховым, в среде Microsoft Office Excel.

Гидротермические условия в период проведения опытов были благоприятными для возделывания ярового ячменя. ГТК летних месяцев вегетационного периода 2017 г. составил 1,03, среднемесячная температура воздуха – 16,8ºС, сумма осадков – 212 мм. За вегетационный период 2018 г. выпало 174 мм осадков, ГТК составил 0,89. В 2019 г. среднемесячная температура воздуха вегетационного периода составила 17,4ºС, сумма выпавших осадков – 203 мм, а ГТК – 0,95.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наиболее распространенным заболеванием ярового ячменя в Курганской области является корневая гниль. Выделение чистой культуры фитопатогенов позволило установить, что возбудителями болезни являлись несовершенные грибы *Bipolaris sorokiniana* Pam., King et Bakker и грибы рода *Fusarium* Link. Известно, что основным фактором передачи корневой гнили во времени и причиной возникновения болезни служат инфицированные растительные остатки, семенной материал и высокая плотность популяции фитопатогенов в почве. Так, плотность популяции грибов родов *Fusarium* в почве составляла 300–350 пропагул / г почвы, а *Bipolaris sorokiniana* – 100,0–115,0 конидий / г почвы, что выше порога вредоносности.

Ежегодно на семенах ярового ячменя обнаруживались фитопатогены из родов *Septoria, Alternaria, Fusarium и Bipolaris* (табл. 1). В контроле семена ярового ячменя были заражены выше порога вредоносности возбудителями корневой гнили – грибами из р. *Fusarium* и *Bipolaris*.

При предпосевной обработке семян препаратами зараженность семян альтернариозом снижалась до 16,0%, что ниже по сравнению с контролем в 1,3–1,9 раза. Зараженность

*Таблица 1*

**Влияние предпосевной обработки фунгицидами на микоценоз семян ярового ячменя (2017–2019 гг.)**
**Effect of fungicide pre-sowing treatment on mycocenosis of spring barley seeds (2017–2019)**

| Вариант | Заселенность грибами, % | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | *Septoria* sp. | *Alternaria* sp. | *Fusarium* sp. | *Bipolaris* sp. | плесени |
| Контроль | 10,8 | 31,0 | 9,8 | 11,7 | 18,4 |
| Бенефис | 4,6 | 16,0 | 5,3 | 3,6 | 3,0 |
| Скарлет | 6,4 | 23,3 | 7,2 | 3,0 | 2,3 |
| Поларис | 2,6 | 17,3 | 3,7 | 3,3 | 2,5 |
| Туарег | 2,0 | 17,8 | 4,8 | 4,5 | 2,0 |

семян возбудителями корневой гнили при протравливании семян была ниже ПВ (4,7–5,3 %).

При фитосанитарном обследовании посевов ярового ячменя распространенность корневой гнили в контроле составляла 41,5–72,7%, а при обработке семян химическими препаратами значительно снижалась – в зависимости от года до 20,8–47,0% (табл. 2).

Обработка семян химическими препаратами оказывала существенное влияние и на степень развития корневой гнили. Все исследуемые препараты снижали развитие заболевания на подземных органах – корневой системе и эпикотиле. Наиболее эффективными

*Таблица 2*

**Влияние предпосевной обработки семян фунгицидами на поражаемость ярового ячменя корневой гнилью (2017–2019 гг.)**

**Effect of fungicide seedbed pre-treatment on spring barley yields (2017-2019)**

| Вариант (фактор В) | Год (фактор А) | Распространенность болезни, % | Развитие болезни по органам, % | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | корневая система | эпикотиле | основание стебля |
| Контроль | 2017 | 41,5 | 20,1 | 17,4 | 8,5 |
| | 2018 | 56,0 | 12,8 | 40,9 | 30,7 |
| | 2019 | 72,7 | 21,6 | 23,5 | 20,3 |
| | Среднее | 56,7 | 18,2 | 27,3 | 19,8 |
| Бенефис | 2017 | 38,0 | 13,2 | 12,2 | 7,0 |
| | 2018 | 42,7 | 9,6 | 19,5 | 21,9 |
| | 2019 | 44,0 | 12,6 | 14,1 | 14,2 |
| | Среднее | 41,6 | 11,8 | 15,3 | 14,4 |
| Скарлет | 2017 | 20,8 | 7,4 | 8,5 | 5,5 |
| | 2018 | 40,0 | 8,3 | 19,6 | 19,0 |
| | 2019 | 40,0 | 11,3 | 11,2 | 12,6 |
| | Среднее | 33,6 | 9,0 | 13,1 | 12,4 |
| Поларис | 2017 | 20,8 | 7,4 | 8,5 | 5,5 |
| | 2018 | 42,4 | 11,6 | 15,4 | 13,1 |
| | 2019 | 32,7 | 9,9 | 9,5 | 9,6 |
| | Среднее | 31,9 | 9,6 | 11,1 | 9,4 |
| Туарег | 2017 | 23,2 | 12,4 | 11,9 | 9,6 |
| | 2018 | 47,0 | 10,4 | 17,5 | 19,4 |
| | 2019 | 33,7 | 8,7 | 8,7 | 13,4 |
| | Среднее | 34,6 | 10,5 | 12,7 | 14,1 |
| $НСР_{05}$ для частных различий | | 7,6 | 2,1 | 2,9 | 3,3 |
| для фактора А | | 3,4 | 0,9 | 1,3 | 1,5 |
| для факторов В и АВ | | 4,4 | 1,2 | 1,7 | 1,9 |

препаратами оказались Скарлет и Поларис, степень развития болезни на корневой системе и эпикотиле снижалась соответственно до 9,6 и 13,1%. На основании стебля в вариантах с обработкой семян фунгицидами индекс развития болезни не превышал 14,4%. За годы проведения исследований биологическая эффективность предпосевной обработки семян составляла от 36,7 (препарат Бенефис) до 43,1–54,1 % (Скарлет, Поларис и Туарег).

Двухфакторный дисперсионный анализ данных позволил установить долю влияния гидротермических условий вегетационного периода и предпосевной обработки семян на развитие корневой гнили ярового ячменя. Доля влияния погодных условий на индекс развития болезни составила 21,8%, а предпосевной обработки семян – 37,4%.

Нами установлена зависимость развития корневой гнили от гидротермических условий вегетационного периода. При

благоприятном режиме увлажнения развитие корневой гнили снижалось (рис. 1). Уравнение регрессии имеет следующий вид: y =108,7–90,9x.

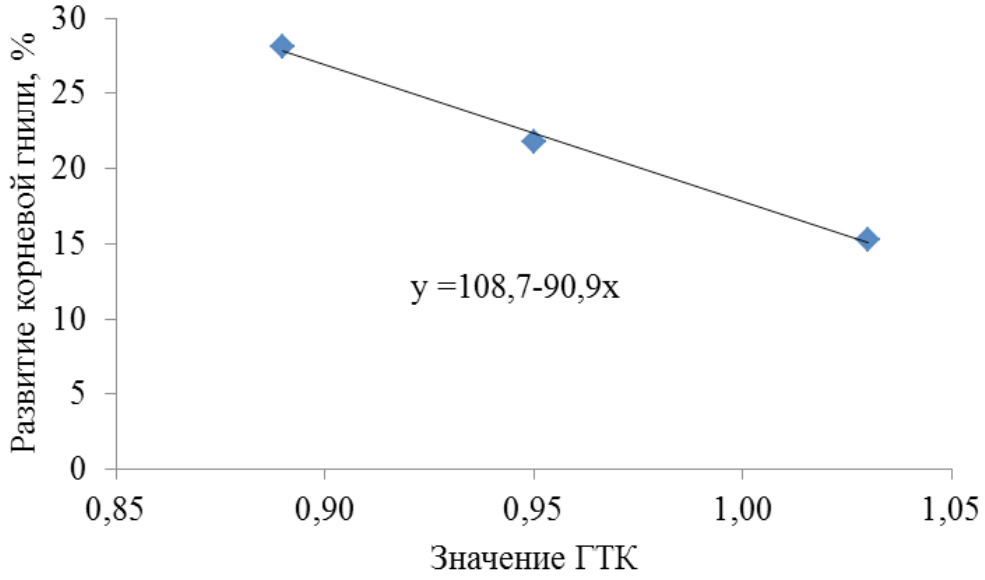



*Рис. 1.* Зависимость развития корневой гнили ярового ячменя от гидротермического коэффициента (2017–2019 гг.)
Relation between spring barley root rot development and hydrothermal coefficient (2017-2019)

Самая высокая продуктивность ярового ячменя формировалась при предпосевной обработке препаратом Скарлет – от 32,1 до 37,9 ц/га, что выше относительно контроля в 1,2 раза (табл. 3). Хозяйственная эффективность при предпосевной обработке семян препаратами изменялась от 9,3 (Бенефис) до 17,3 % (Скарлет).

*Таблица 3*

**Влияние предпосевной обработки семян фунгицидами на урожайность ярового ячменя (2017–2019 гг.)**
**Effect of fungicide seedbed pre-treatment on root rot infestation of spring barley (2017-2019)**

| Вариант | Урожайность ярового ячменя, ц/га | | | | Хозяйственная эффективность, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | среднее | |
| Контроль | 29,1 | 26,6 | 28,8 | 28,2 | - |
| Бенефис | 32,3 | 29,6 | 31,5 | 31,1 | 9,3 |
| Скарлет | 37,9 | 32,5 | 32,1 | 34,1 | 17,3 |
| Поларис | 33,8 | 30,8 | 32,8 | 32,5 | 13,2 |
| Туарег | 33,1 | 30,7 | 32,6 | 32,1 | 12,1 |
| $НСР_{05}$ для частных различий | | | 1,5 | | |
| для фактора А | | | 0,7 | | |
| для факторов В и АВ | | | 0,8 | | |

Продуктивность ярового ячменя возрастала при благоприятных гидротермических условиях. Доля влияния этого фактора на урожайность ярового ячменя составила 23,8, а предпосевной обработки семян – 55,5%.

Зависимость урожайности ярового ячменя от погодных условий представлена на рис. 2. При благоприятном режиме увлажнения урожайность ярового ячменя увеличивалась, а при снижении гидротер-

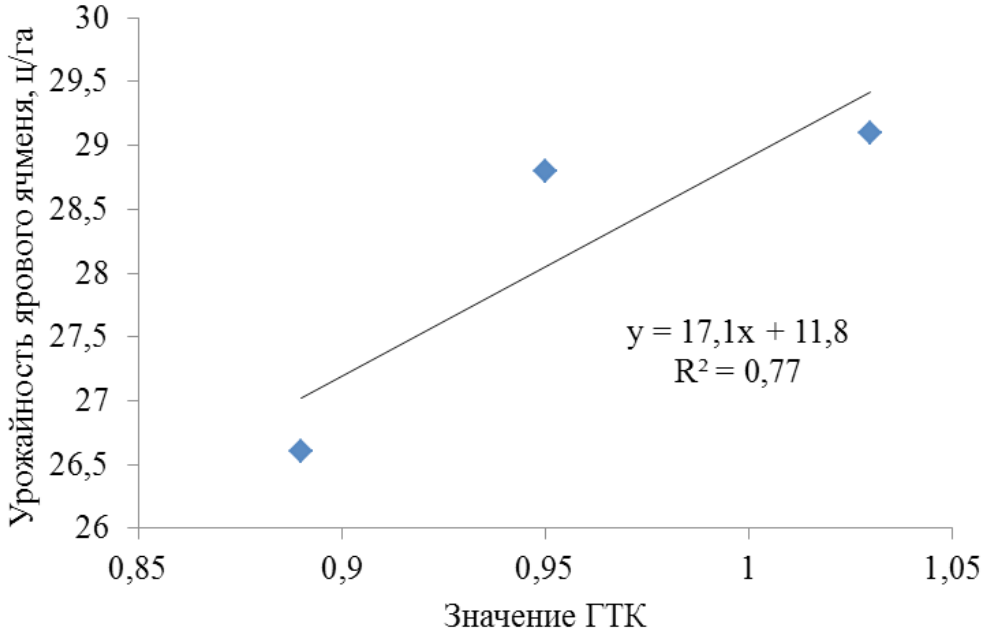



*Рис. 2.* Зависимость урожайности ярового ячменя от гидротермического коэффициента (2017–2019 гг.)

Relation between spring barley yields and hydrothermal coefficient **(2017-2019)**

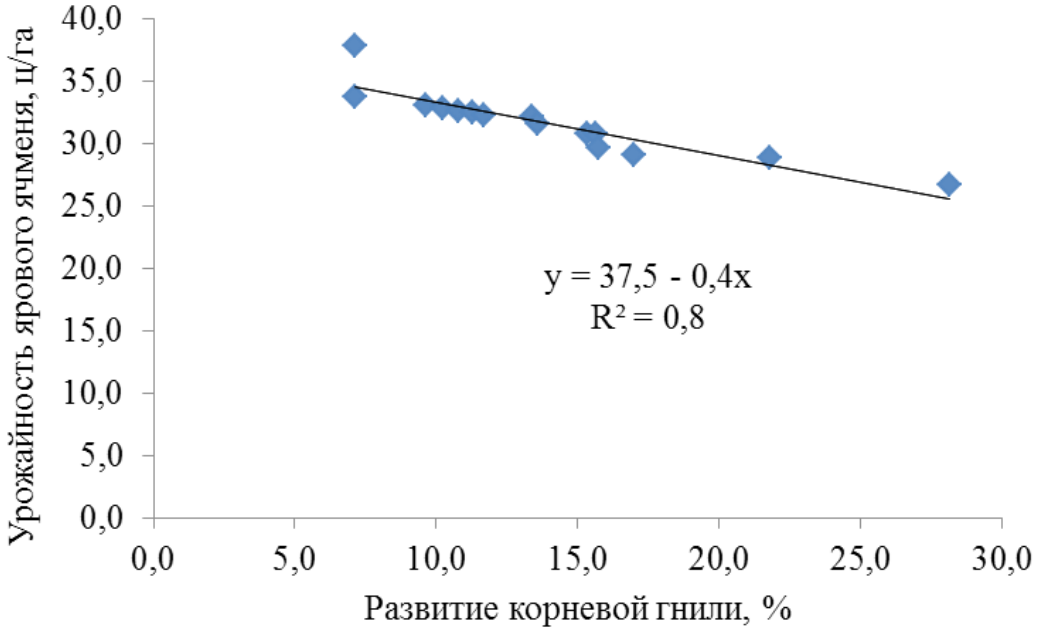



*Рис. 3*. Зависимость урожайности ярового ячменя от развития корневой гнили (2017–2019 гг.)

Relation betweem spring barley yield and root rot progress **(2017-2019**

мического коэффициента – уменьшалась. Регрессионный анализ позволил рассчитать уравнение зависимости урожайности от гидротермических условий: y = 17,1x + 11,8.

Следует отметить, что за период проведения исследований урожайность ярового ячменя снижалась при увеличении поражаемости корневой гнилью. Уравнение регрессии имеет вид: y = 28,36 – 0,49x (рис. 3).

## ВЫВОДЫ

1. Распространенное и вредоносное заболевание ярового ячменя в Курганской области – корневая гниль. Возбудителями болезни являются несовершенные грибы *Bipolaris sorokiniana* Pam., King et Bakker и грибы рода *Fusarium* Link. Развитие корневой гнили зависело от гидротермических условий вегетационного периода. При благоприятном режиме увлажнения оно снижалось. Уравнение регрессии имеет вид: y =108,7–90,9x.

2. При предпосевной обработке семян ячменя отмечалось снижение индекса развития болезни на подземных органах – корневой системе и эпикотиле. Наиболее эффективно корневую гниль подавляли препараты Скарлет и Поларис, степень развития болезни на корневой системе и эпикотиле снижалась соответственно до 9,6 и 13,1 %. Доля влияния погодных условий на индекс развития болезни составила 21,8, а предпосевной обработки семян – 37,4 %.

3. При обработке семян фунгицидами достоверно увеличивалась урожайность ярового ячменя в сравнении с контролем – от 9,3 до 17,3%. Продуктивность ярового ячменя возрастала при благоприятных гидротермических условиях. Доля влияния этого фактора составила 23,8, а предпосевной обработки семян – 55,5%.

4. Для снижения поражаемости корневой гнилью и увеличения продуктивности ярового ячменя предлагается проводить предпосевное обеззараживание семян препаратами Скарлет (норма расхода 0,4 л/т) и Поларис (норма расхода 1,5 л/т), при этом степень развития болезни снижается до 9,6–13,1%, а урожайность увеличивается на 13,2–17,3%.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. МСХ РФ: офиц. сайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://mcx.ru/activity/state-support/programs/technical-program.
2. *Ганиева И.С., Блохин В.И., Сержанов И.М.* Сравнительная оценка сортов ярового ячменя по количеству и качеству белка // Вестник Казанского ГАУ. – 2019. – Т. 14, № 1(52). – С. 17–21.
3. *Глуховцев В.В.* Особенности накопления белка в зерне ярового ячменя // Агро XXI. – 2003. – № 1–6. – С. 95–96.
4. *Суханова С.Ф., Грязнов А.А.* Ячмень различных сортов в составе комбикормов для молодняка гусей // Птицеводство. – 2012. – № 6. – С. 26–27.
5. *Формирование* белка в зерне сортов ячменя, возделываемых в Татарстане / И.П. Таланов, В.И. Блохин, И.С. Ганиева [и др.] // Вестник Казанского ГАУ. – 2016. – № 1 (39). – С. 10–15.
6. *Торопова Н.А., Суханова С.Ф.* Использование различных сортов ячменя в составе комбикормов для гусей // Кормопроизводство в условиях XXI века: проблемы и пути их решения: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Орел: Изд-во ОрелГАУ, 2009. – С. 327–329.
7. *Горобей И.М., Садохина Т.А.* Эффективность протравливания голозерного ячменя против корневой гнили в лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2010. – № 6(210). – С. 17–21.
8. *Лихачев А.И., Торопова Е.Ю., Селюк М.П.* Эффективность предпосевного протравливания семян яровой пшеницы и ячменя в Новосибирской области // Вавиловские чтения «Наследие Н.И. Вавилова в современной науке»: материалы нац. науч.-практ. конф., посвящ. деятельности Н.И. Вавилова. – 2019. – С. 49–52.
9. *Постовалов А.А.* Эффективность предпосевной обработки семян ячменя и гороха препаратами в борьбе с болезнями // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2007. – № 3(171). – С. 17–22.
10. *Постовалов А.А.* Предпосевное обеззараживание семян препаратами как фактор повышения устойчивости гороха к болезням // Известия Самарской ГСХА. – 2010. – № 4. – С. 67–70.
11. *Эффективность* протравливания семян зерновых культур против корневой гнили в лесостепи Западной Сибири / Е.Ю. Торопова, О.И. Павлова, А.А. Кириченко, Ю.В. Рулева// Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2009. – № 4(196). – С. 23–27.

12. *Postovalov A.A*. Pathogenic micromycetes feed crop rhizoplans // IOP: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 341. – 012158.
13. *Методика* государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Вып. 2: Зерновые, крупяные, зернобобовые, кукуруза и кормовые культуры / [подгот. М. А. Федин и др.]. – М.: Б. и., 1989. – 194 с.
14. *Чулкина В.А*. Методические указания по учету обыкновенной корневой гнили хлебных злаков в Сибири дифференцированно по органам. – Новосибирск, 1972. – 23 с.
15. *Чулкина В.А., Торопова Е.Ю.* Корневые гнили // Защита и карантин растений. – 2004. – № 2. – С. 16–18.

## REFERENCES

1. http://mcx.ru/activity/state-support/programs/technical-program
2. Ganieva I.S., Blokhin V.I., Serzhanov I.M. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, Vol. 14, No. 1(52), pp. 17-21. (In Russ.)
3. Glukhovtsev V.V. *Agro XXI*, 2003, No. 1-6, pp. 95-96. (In Russ.)
4. Sukhanova S.F., Gryaznov A.A. *Ptitsevodstvo*, 2012, No. 6, pp. 26-27. (In Russ.)
5. Talanov I.P. *Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2016, No. 1(39), pp.10-15. (In Russ.)
6. Toropova N.A., Sukhanova S.F. *Kormoproizvodstvo v usloviyakh XXI veka: problem i puti ikh resheniya* (Feed production in the conditions of the XXI century: problems and ways to solve them), Proceedings of the conference, Orel: Orel GAU, 2009, pp. 327-329. (In Russ.)
7. Gorobei I.M., Sadokhina T.A. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2010, No. 6(210), pp. 17-21. (In Russ.)
8. Likhachev A.I., ToropovaE.Yu., Selyuk M.P. *Vavilovskie chteniya «Nasledie N.I. Vavilova v sovremennoi nauke»* (Vavilov readings " the Legacy of N. I. Vavilov in modern science»), Proceedings of the conference, 2019, pp. 49-52. (In Russ.)
9. Postovalov A.A. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2007, No. 3(171), pp. 17-22. (In Russ.)
10. Postovalov A.A. *Izvestiya Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2010, No. 4, pp. 67-70. (In Russ.)
11. Toropova E.Yu., Pavlova O.I., Kirichenko A.A., Ruleva Yu.V. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2009, No. 4(196), pp. 23-27. (In Russ.)
12. Postovalov A.A. Pathogenic micromycetes feed crop rhizoplans. *IOP: Earth and Environmental Science*, 2019, Vol. 341, 012158.
13. *Metodikagosudarstvennogosortoispytaniyasel'skokhozyaistvennykhkul'tur* (Methods of state variety testing of agricultural crops).Vyp. 2: Zernovye, krupyanye, zernobobovye, kukuruzaikormovyekul'tury, Moscow: B. i., 1989, 194 p. (In Russ.)
14. *Chulkina V.A. Metodicheskie ukazaniya po uchetu obyknovennoi kornevoi gnili khlebnykh zlakov v Sibiri differentsirovanno po organam* (Guidelines for accounting for common root rot of cereals in Siberia differentiated by organs), Novosibirsk, 1972, 23 p.
15. Chulkina V.A., Toropova E.Yu. *Zashchita I karantin rastenii*, 2004, No. 2, pp. 16-18. (In Russ.)

УДК 633.16 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-50-59

# ПЛАСТИЧНОСТЬ И СТАБИЛЬНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО УРОЖАЮ ЗЕРНА И МАССЕ 1000 ЗЁРЕН

**Ю.И. Серебренников,** кандидат сельскохозяйственных наук

**Уярский государственный сортоиспытательный участок филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва, Емельяново, Россия**
**E-mail: y_serebr@mail.ru**

***Ключевые слова:*** **экологическая пластичность, стабильность, урожайность, масса 1000 зёрен, ячмень яровой**

**Реферат.** ***Целью работы является выявление наиболее пластичных сортов ярового ячменя, а также сортов с наибольшей стабильностью по урожайности зерна и массе 1000 зёрен в условиях возделывания их по интенсивной технологии в Красноярской лесостепи Красноярского края. В статье обобщены результаты трёхлетних исследований 12 сортов ярового ячменя. По их итогам были сделаны соответствующие выводы об экологической пластичности и стабильности сортов ярового ячменя как по урожайности зерна, так и по массе 1000 зёрен. Получены данные о способности отдельных сортов формировать высокую и стабильную урожайность и массу 1000 зёрен в условиях интенсивного земледелия. Эта информация может помочь точнее оценить соответствие сорта ожидаемому результату. Буян, Емеля, Такмак и Омский голозёрный 1 проявили себя в условиях интенсивного земледелия как наиболее пластичные по параметрам урожайности зерна среди исследуемых сортов ярового ячменя, а по массе 1000 зёрен аналогичный результат показали сорта Буян, Емеля, Танай, Уватский. Наибольшая стабильность урожайности была выявлена у сортов Емеля, Такмак, Буян, Омский голозёрный 1, а массы 1000 зёрен – у сортов Емеля, Красноярский 91, Танай, Уватский, Оскар. Таким образом, Буян, Емеля, Такмак, Омский голозёрный 1 являются наиболее пластичными сортами ярового ячменя по урожайности, а Буян, Емеля, Танай и Уватский соответственно по массе 1000 зёрен; у сортов Емеля, Такмак, Буян, Омский голозёрный 1 наибольшая стабильность среди сортов ячменя по урожайности, а по массе 1000 зёрен – у сортов Емеля, Красноярский 91, Танай, Уватский, Оскар.***

# SPRING BARLEY PLASTICITY AND STABILITY IN TERMS OF GRAIN YIELD AND WEIGHT OF 1000 GRAINS

**Serebrennikov Iu.I.,** Candidate of Agriculture

**Uyarsk State Crop Testing Site of the branch of *Gossortkomissiya* in Krasnoyarsk region, the Republic of Khakassiya and the Republic of Tyva, Emelyanovo, Russia**

*Keywords:* environmental plasticity, stability, crop yield, mass of 1 000 grains, spring barley.

Abstract. *The paper highlights the most plastic varieties of spring barley and the varieties with the highest stability in terms of grain yield and mass of 1000 grains under conditions of intensive cultivation technology in the Krasnoyarsk forest-steppe of the Krasnoyarsk region. The article summarizes the results of three years of the research on 12 varieties of spring barley. The researchers observed enviromental plasticity and stability of spring barley varieties both in terms of grain yield and mass of 1000 grains. The data were obtained on the basis of certain varieties capacities to form high and stable*

*yield and mass of 1000 grains under conditions of intensive farming. This data promotes more precise assessment whether a variety fits the expected result. Buyan, Yemelya, Takmak and Omskiy golozernyy 1 appeared to be the most plastic under conditions of intensive farming in terms of grain yield parameters among the studied varieties of spring barley. Buyan, Yemelya, Tanai, Uvatsky appeared to be the most plastic according to the mass of 1000 grains showed the same result varieties. The highest yield stability was observed in varieties Yemelya, Takmak, Buyan, Omskiy Golozernyy 1, and the mass of 1000 grains - in varieties Yemelya, Krasnoyarsk 91, Tanai, Uvat, Oscar. Buyan, Yemelya, Takmak, Omskiy Golozernyy 1 are the most plastic varieties of spring barley according to the crop yield whereas Buyan, Yemelya, Tanai and Uvatsky - by the weight of 1000 grains; varieties Yemelya, Takmak, Buyan, Omskiy Golozernyy 1 are seen as the most stable varieties of spring barley in terms of the crop yield, and a mass of 1000 grains - the varieties Yemelya, Krasnoyarsk 91, Tanai, Uvat, Oscar.*

По A.D. Bradshaw, пластичность – способность генотипа изменять величину признаков в разных условиях выращивания, а стабильность – отсутствие пластичности [1]. Знание потенциала адаптивности сортов необходимо для правильного их размещения во всех регионах. Для его оценки используются параметры экологической пластичности и стабильности [2].

Свойства сорта (его экологическая пластичность и стабильность) в период реализации уровня развития данных признаков определяются показателями реакции генотипов на изменение условий выращивания сортов [3]. Экологическая пластичность и стабильность сорта, по мнению Э.Д. Неттевича, есть не что иное, как важный критерий оценки адаптивности [4].

По утверждению Д.Н. Прянишникова и И.В. Якушкина [5], ячмень по сравнению с овсом является более засухоустойчивой сельскохозяйственной культурой. Но в то же время по сопротивляемости воздушной засухе он ничем не отличается от овса. Вегетационный период у ячменя короче, чем у овса. Среди зерновых мятликовых ячмень является наиболее устойчивой к «захвату» и «запалу» культурой [6, 7]. Зная пластичность и стабильность сорта, можно сместить границы его распространения, и даже культуры в целом.

В исследования были включены в том числе и голозёрные сорта ячменя. Современные сорта голозёрного ячменя по урожайности не уступают некоторым плёнчатым. Сейчас голозёрные сорта мало распространены в производстве. В связи с этим, по мнению П.Н. Николаева и др. [8], становится актуальным создание и внедрение в производство новых сортов голозёрного ячменя.

Целью исследований было выявление наиболее пластичных сортов ярового ячменя по показателям «урожайность зерна» и «масса 1000 зёрен» в условиях интенсивного земледелия.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

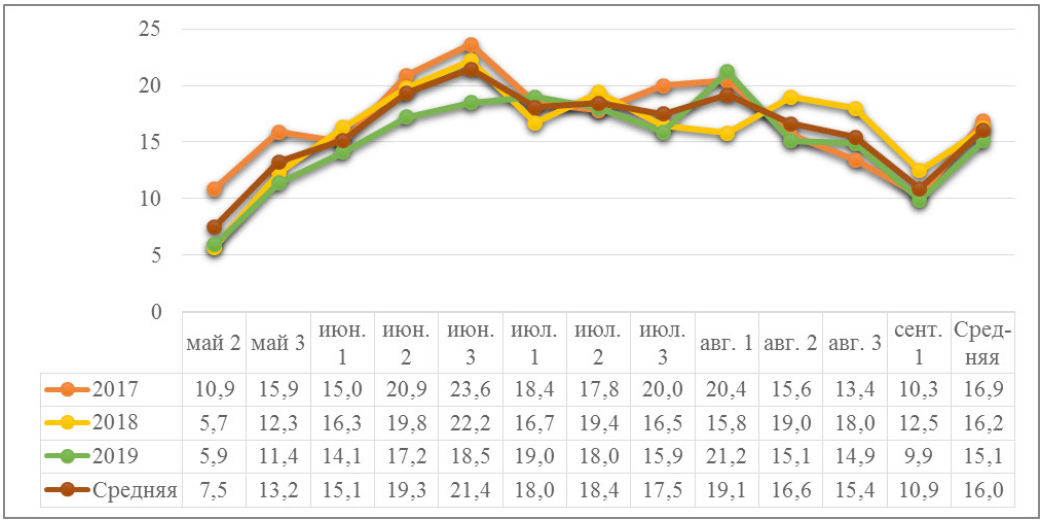
Полевые исследования проводились на полях конкурсного сортоиспытания Уярского государственного сортоиспытательного участка (ГСУ) в 2017–2019 гг. в Красноярской лесостепи Красноярского края в соответствии с методикой госсортоиспытания [9]. Почва – выщелоченный чернозём. Предшественник – пар чёрный. Опыты закладывались в четырехкратной повторности с рендомизацией в пределах каждой из двух групп. Учётная площадь каждой делянки – 25 м$^2$. Способ посева – рядовой. Коэффициент высева – 5,0 млн всхожих зёрен на 1 га. Обработка почвы осуществлялась в соответствии с агротехническими правилами, принятыми для данной почвенно-климатической зоны. Из органических удобрений использовали куриный помёт (50 т/га) в сухом виде, из минеральных – аммиачную селитру (44 кг/га) и двойной суперфосфат (52 кг/га). Осуществлялись предпосевное протравливание семян, обработка посевов всех сельскохозяйственных культур инсектицидами и фунгицидами.

В данной работе было изучено 12 сортов ярового ячменя преимущественно краснояр-

ской селекции. Из них 10 сортов преимущественно плёнчатой группы и 2 – голозёрной (Оскар и Омский голозёрный 1).

Расчёт коэффициента линейной регрессии (экологической пластичности) (bi), меры стабильности ($s^2d$), индекса условий среды (Ij) осуществлялся по методике S.A. Eberhart et W.A. Russell [10], стрессоустойчивости (У2–У1) – по методике Rossielle et Hamblin [11]. Индекс экологической пластичности (ИЭП) определялся по методике А.А. Грязнова [12], гидротермический коэффициент (ГТК) – по Г.Т. Селянинову [13]. Все расчёты выполнены с помощью компьютерной программы Excel из офисного пакета программ Microsoft Office методом введения в соответствующие ячейки формул, используемых для расчёта данных параметров.

Метеоусловия лет испытания достаточно значимо различались. Самой прохладной декадой в среднем за 3 года была вторая декада мая (7,5 ˚С), а самой тёплой – третья декада июня (21,4 ˚С) (рис. 1). В 2017–2018 гг. средняя температура за полевой период превышала среднемноголетнюю на 0,9 и 0,2 ˚С соответственно, а в 2019 г., наоборот, была ниже средней на 0,9 ˚С. Средняя температура за период «вторая декада мая – первая декада сентября» составила: в 2017 г. – 16,9 ˚С, в 2018 г. – 16,2 ˚С, в 2019 г. – 15,1 ˚С.

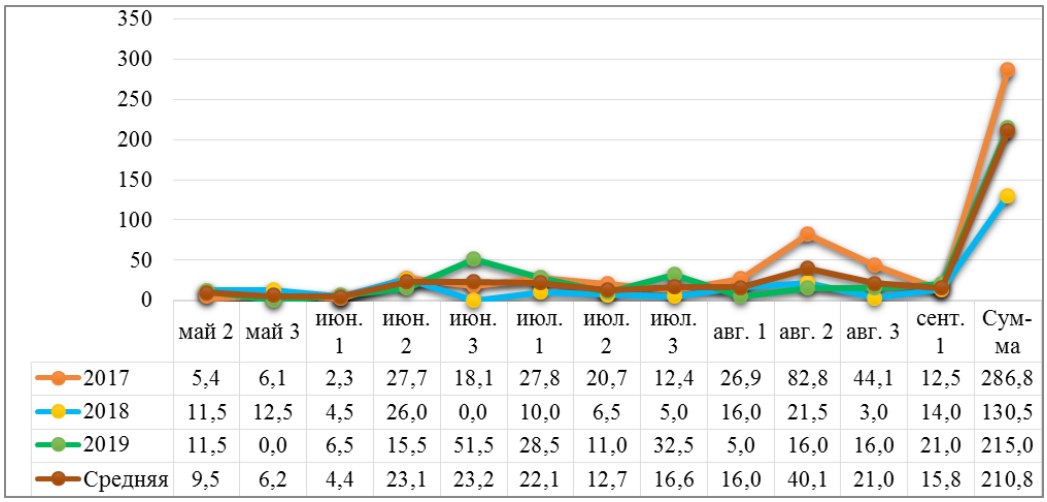



| | май 2 | май 3 | июн. 1 | июн. 2 | июн. 3 | июл. 1 | июл. 2 | июл. 3 | авг. 1 | авг. 2 | авг. 3 | сент. 1 | Средняя |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | 10,9 | 15,9 | 15,0 | 20,9 | 23,6 | 18,4 | 17,8 | 20,0 | 20,4 | 15,6 | 13,4 | 10,3 | 16,9 |
| 2018 | 5,7 | 12,3 | 16,3 | 19,8 | 22,2 | 16,7 | 19,4 | 16,5 | 15,8 | 19,0 | 18,0 | 12,5 | 16,2 |
| 2019 | 5,9 | 11,4 | 14,1 | 17,2 | 18,5 | 19,0 | 18,0 | 15,9 | 21,2 | 15,1 | 14,9 | 9,9 | 15,1 |
| Средняя | 7,5 | 13,2 | 15,1 | 19,3 | 21,4 | 18,0 | 18,4 | 17,5 | 19,1 | 16,6 | 15,4 | 10,9 | 16,0 |

*Рис. 1.* Подекадный ход температур вегетационного периода на Уярском ГСУ в 2017–2019 гг., °С
10-days temperatures during the vegetation period at Uyarsk State Crop Testing Site in 2017-2019, °*C*

Среднее за 3 года количество осадков было наименьшим в первой декаде июня (4,4 мм), а наибольшим – во второй декаде августа (40,1 мм) (рис. 2). Средняя сумма за период «вторая декада мая – первая декада сентября» составила: в 2017 г. – 286,8 мм (выше средней многолетней на 76,0 мм), в 2018 г. – 130,5 мм (меньше на 80,3 мм), в 2019 г. – 215,0 мм (больше на 4,2 мм) при среднемноголетней 210,8 мм.

Средний за 3 года гидротермический коэффициент (ГТК) наименьшим был в первой декаде июня (0,33), а наибольшим – во второй декаде августа (2,50) (рис. 3). ГТК в среднем за период «вторая декада мая – первая декада сентября» составил: в 2017 г. – 1,43; в 2018 г. – 0,76; в 2019 г. – 1,21 при средней за 3 года величине, равной 1,13. В 2018 г. период «третья декада июня – третья декада июля» был засушливым.




| | май 2 | май 3 | июн. 1 | июн. 2 | июн. 3 | июл. 1 | июл. 2 | июл. 3 | авг. 1 | авг. 2 | авг. 3 | сент. 1 | Сумма |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | 5,4 | 6,1 | 2,3 | 27,7 | 18,1 | 27,8 | 20,7 | 12,4 | 26,9 | 82,8 | 44,1 | 12,5 | 286,8 |
| 2018 | 11,5 | 12,5 | 4,5 | 26,0 | 0,0 | 10,0 | 6,5 | 5,0 | 16,0 | 21,5 | 3,0 | 14,0 | 130,5 |
| 2019 | 11,5 | 0,0 | 6,5 | 15,5 | 51,5 | 28,5 | 11,0 | 32,5 | 5,0 | 16,0 | 16,0 | 21,0 | 215,0 |
| Средняя | 9,5 | 6,2 | 4,4 | 23,1 | 23,2 | 22,1 | 12,7 | 16,6 | 16,0 | 40,1 | 21,0 | 15,8 | 210,8 |

*Рис. 2.* Осадки по декадам вегетационного периода на Уярском ГСУ в 2017–2019 гг., мм
Precipitation for growing season decades at Uyarsk State Crop Testing Site in 2017-2019, mm

| | май 2 | май 3 | июн. 1 | июн. 2 | июн. 3 | июл. 1 | июл. 2 | июл. 3 | авг. 1 | авг. 2 | авг. 3 | сент. 1 | Средняя |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2017 | 0,50 | 0,35 | 0,15 | 1,32 | 0,77 | 1,51 | 1,16 | 0,56 | 1,32 | 5,31 | 2,98 | 1,22 | 1,43 |
| 2018 | 2,00 | 0,92 | 0,28 | 1,33 | 0,00 | 0,59 | 0,34 | 0,28 | 1,01 | 1,13 | 0,15 | 1,14 | 0,76 |
| 2019 | 1,93 | 0,00 | 0,55 | 0,90 | 2,79 | 1,50 | 0,61 | 1,86 | 0,24 | 1,06 | 0,97 | 2,09 | 1,21 |
| Средняя | 1,48 | 0,42 | 0,33 | 1,19 | 1,18 | 1,20 | 0,70 | 0,90 | 0,85 | 2,50 | 1,37 | 1,48 | 1,13 |

*Рис. 3.* Гидротермический коэффициент вегетационного периода на Уярском ГСУ в 2017–2019 гг.
Hydrothermal coefficient of vegetation period at Uyarsk State Crop Testing Site in 2017-2019

Засушливые условия сложились в 2018 г., когда осадков не было на протяжении 33 дней – с 17 июня по 19 июля (если судить по внешнему виду растений), хотя на самом деле было два сухих периода – 17 и 13 дней. Осадки 4 и 6 июля (4,0 и 6,0 мм соответственно) фактически не принесли улучшения ситуации, т. е. растения их просто «не заметили». Но, в отличие от некоторых сортов яровой пшеницы, урожайность всех сортов ячменя была высокой, череззёрницы не наблюдалось (у некоторых сортов яровой пшеницы она достигала 50 %). Кроме июня – июля 2017 г. засушливые условия отмечались в августе 2018 г. и августе 2019 г.

Индекс условий среды (Ij) по годам был различным (рис. 4). У1 (максимальное значение Ij) и У2 (минимальное значение Ij) обозначают контрастные годы. По урожайности У1 соответствовал 2019 г. (Ij = 0,922), У2 – 2017 г. ((Ij = -1,215). По массе 1000 зёрен сложилась обратная ситуация: У1 здесь соответствовал 2017 г. (Ij = 0,894), У2 – 2019 г. (Ij = –1,706). Следовательно, контрастными как по урожайности, так и по массе 1000 зёрен были 2017 и 2019 гг. При этом погодные условия лет исследований в целом соответствовали требованиям биологии исследуемой культуры.

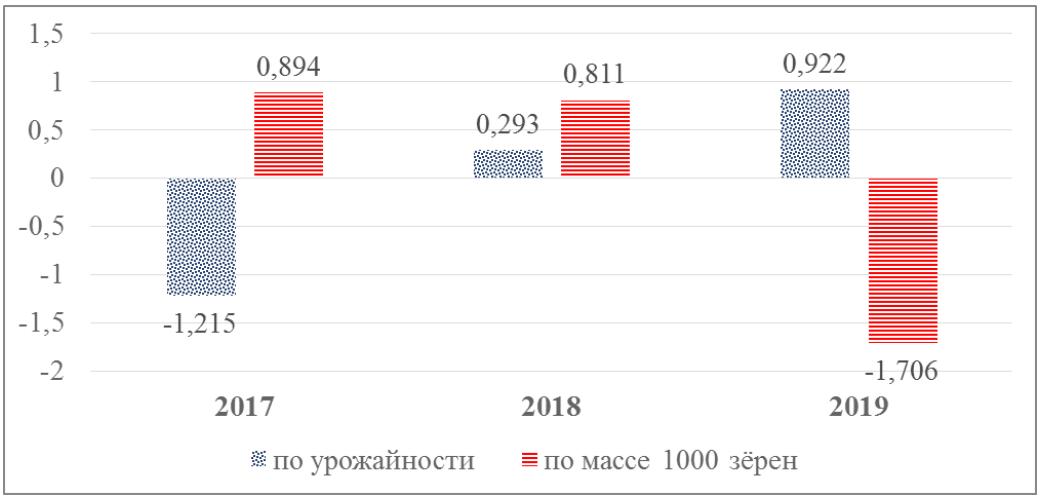



*Рис. 4.* Индекс условий среды
Environmental index

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сорта Оленёк, Абалак, Ача, Биом с урожайностью 6,79; 6,66; 6,54 и 6,27 т/га соответственно в среднем за 3 года, а также в контрастные годы (У1+У2)/2 являются самыми высокоурожайными из всех изученных сортов (табл. 1).

Среди голозёрных сортов Оскар – самый высокоурожайный как в среднем за 3 года (5,91 т/га), так и в контрастные годы (6,05 т/га). При этом его среднемноголетняя урожайность находится на уровне плёнчатых сортов Буян (5,91 т/га) и Такмак (5,93 т/га) и превосходит данный показатель сорта Уватский (5,84 т/га). В контрастные годы Оскар превосходит по урожайности все эти сорта (Оскар – 6,05 т/га, 5,12–5,86 т/га – Буян, Такмак и Уватский), а также Красноярский 91 (5,33 т/га). В контрастные годы имеют урожайность, превышающую среднемноголетнюю, сорта Биом (6,51т/га),Ача(6,76т/га),Емеля(6,10т/га),Танай (6,10 т/га), Оскар (6,05 т/га).

Среднемноголетняя масса 1000 зёрен наибольшая у сортов Биом (59,63 г), Абалак (58,93 г), Омский голозёрный 1 (52,57 г) и Танай (52,37 г). В контрастные годы зерно наиболее крупное у этих же сортов: Биом (62,20 г), Абалак (56,05 г), Омский голозёр-

*Таблица 1*

**Урожайность сортов ярового ячменя, т/га**
**Crop yield capacity of spring barley varieties, t/ha**

| Сорт | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | Средняя | (У1+У2)/2 |
|---|---|---|---|---|---|
| Биом (стандарт) | 4,82 | 5,79 | 8,20 | 6,27 | 6,51 |
| Абалак | 5,50 | 6,86 | 7,63 | 6,66 | 6,57 |
| Ача | 5,24 | 6,12 | 8,27 | 6,54 | 6,76 |
| Буян | 5,18 | 6,34 | 6,22 | 5,91 | 5,70 |
| Емеля | 5,52 | 5,94 | 6,67 | 6,04 | 6,10 |
| Красноярский 91 | 4,26 | 8,01 | 6,39 | 6,22 | 5,33 |
| Оленёк | 5,67 | 7,39 | 7,30 | 6,79 | 6,49 |
| Такмак | 5,99 | 6,08 | 5,72 | 5,93 | 5,86 |
| Танай | 4,32 | 5,96 | 7,87 | 6,05 | 6,10 |
| Уватский | 3,43 | 7,30 | 6,80 | 5,84 | 5,12 |
| Оскар (стандарт) | 4,48 | 5,63 | 7,61 | 5,91 | 6,05 |
| Омский голозёрный 1 | 4,78 | 5,87 | 6,16 | 5,60 | 5,47 |

*Таблица 2*

**Масса 1000 зёрен сортов ярового ячменя, г**
**Mass of 1000 grains of spring barley, g**

| Сорт | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. | Средняя | (У1+У2)/2 |
|---|---|---|---|---|---|
| Биом (стандарт) | 66,7 | 54,5 | 57,7 | 59,63 | 62,20 |
| Абалак | 58,8 | 64,7 | 53,3 | 58,93 | 56,05 |
| Ача | 51,2 | 50,5 | 46,0 | 49,23 | 48,60 |
| Буян | 50,1 | 53,2 | 49,6 | 50,97 | 49,85 |
| Емеля | 44,2 | 46,3 | 44,6 | 45,03 | 44,40 |
| Красноярский 91 | 44,5 | 44,8 | 45,9 | 45,07 | 45,20 |
| Оленёк | 45,8 | 50,3 | 46,4 | 47,50 | 46,10 |
| Такмак | 50,8 | 50,5 | 45,8 | 49,03 | 48,30 |
| Танай | 52,1 | 51,1 | 53,9 | 52,37 | 53,00 |
| Уватский | 48,7 | 51,4 | 48,5 | 49,53 | 48,60 |
| Оскар (стандарт) | 51,1 | 53,3 | 48,3 | 50,90 | 49,70 |
| Омский голозёрный 1 | 57,5 | 49,9 | 50,3 | 52,57 | 53,90 |

ный (53,90 г), Танай (53,00 г). Как можно заметить из табл. 2, масса 1000 зёрен голозёрных сортов находится на уровне плёнчатых сортов. В контрастные годы у сортов Биом (62,20 г), Красноярский 91 (45,20 г), Танай (53,00 г) и Омский голозёрный 1 (53,90 г) масса 1000 зёрен превышает данный показатель в среднем за 3 года.

По показателю У2–У1 (стрессоустойчивость) по результатам урожайности лучшими стали сорта Буян (-1,04), Емеля (-1,15), Такмак (0,27) и Омский голозёрный 1 (-1,38) (табл. 3). Следовательно, эти сорта наиболее стрессоустойчивы, т. е. диапазон их приспособительных возможностей шире, чем у других сортов в условиях интенсивной технологии.

*Таблица 3*

**Пластичность сортов ярового ячменя по урожайности**
**Spring barley varieties plasticity on crop yield capacity**

| Сорт | У2–У1 | ИЭП | V | bi |
|---|---|---|---|---|
| Биом (стандарт) | -3,38 | 1,012 | 27,757 | 1,409 |
| Абалак | -2,13 | 1,086 | 16,186 | 0,979 |
| Ача | -3,03 | 1,061 | 23,822 | 1,265 |
| Буян | -1,04 | 0,971 | 10,788 | 0,538 |
| Емеля | -1,15 | 0,995 | 9,629 | 0,490 |
| Красноярский 91 | -2,13 | 1,004 | 30,237 | 1,269 |
| Оленёк | -1,63 | 1,110 | 14,265 | 0,832 |
| Такмак | 0,27 | 0,989 | 3,159 | -0,092 |
| Танай | -3,55 | 0,971 | 29,367 | 1,556 |
| Уватский | -3,37 | 0,930 | 36,022 | 1,758 |
| Оскар (стандарт) | -3,13 | 0,953 | 26,804 | 1,336 |
| Омский голозёрный 1 | -1,38 | 0,917 | 12,986 | 0,660 |

Наибольший среди исследуемых сортов ИЭП (индекс экологической пластичности) по урожайности имеют Биом (1,012), Абалак (1,086), Ача (1,061) и Оленёк (1,110) (см. табл. 3). Это позволяет сделать вывод о том, что данные сорта более пластичны в исследуемом наборе. Они, соответственно, способны формировать высокую и стабильную урожайность в различных условиях среды.

Коэффициент вариации (изменчивость) (V) незначительный у сортов Емеля (9,629 %) и Такмак (3,159 %); средний – у сортов Абалак (16,186 %), Буян (10,788%), Оленёк (14,265%) и Омский голозёрный 1 (12,986 %) (см. табл. 3). При этом только у сорта Такмак изменчивость очень близка к нулю.

Коэффициент линейной регрессии (экологическая пластичность) (bi) превышает

единицу у сортов Биом (1,409), Ача (1,265), Красноярский 91 (1,269), Танай (1,556), Уватский (1,758), Оскар (1,336). Это указывает на их большую отзывчивость на изменение условий выращивания. В то же время остальные сорта в условиях интенсивного возделывания показали себя как слабоотзывчивые (см. табл. 3). Такие сорта считаются наиболее адаптированными к изменениям условий выращивания, так как bi у них меньше 1 [14].

В целом по показателям пластичности (по урожайности зерна) Буян, Емеля, Такмак и Омский голозёрный 1 показали себя в условиях возделывания с применением удобрений и ядохимикатов как наиболее пластичные.

Индекс стабильности наибольший у сортов Такмак (1,877), Емеля (0,628), Буян (0,548), Оленёк (0,476). Из голозёрных лучший по L′ – Омский голозёрный 1 (0,432) (табл. 4). Следовательно, эти сорта в данных

*Таблица 4*

**Стабильность сортов ярового ячменя по урожайности**
**Stability of spring barley varieties on crop yield capacity**

| Сорт | L′ | ПУСС | d | $S^2d$ |
|---|---|---|---|---|
| Биом (стандарт) | 0,226 | 1,416 | 41,220 | 1,264 |
| Абалак | 0,412 | 2,743 | 27,916 | 0,013 |
| Ача | 0,275 | 1,797 | 36,638 | 0,999 |
| Буян | 0,548 | 3,241 | 18,297 | 0,115 |
| Емеля | 0,628 | 3,793 | 17,241 | 0,097 |
| Красноярский 91 | 0,206 | 1,279 | 46,816 | 3,186 |
| Оленёк | 0,476 | 3,229 | 23,275 | 0,205 |
| Такмак | 1,877 | 11,130 | 5,921 | 0,050 |
| Танай | 0,206 | 1,246 | 45,108 | 0,472 |
| Уватский | 0,162 | 0,948 | 53,014 | 1,405 |
| Оскар (стандарт) | 0,220 | 1,302 | 41,130 | 0,707 |
| Омский голозёрный 1 | 0,432 | 2,418 | 22,403 | 0,009 |

условиях способны давать наиболее стабильную урожайность. У них же самый высокий показатель уровня и стабильности сорта (ПУСС) – (2,418–11,130), т. е. эти сорта могут давать одинаково высокий урожай в любых условиях выращивания.

Буян (18,297), Емеля (17,241), Омский голозёрный 1 (22,403) и особенно Такмак (5,921) имеют наименьший размах урожайности. Это позволяет сказать, что данные сорта способны давать стабильные урожаи в любых условиях выращивания.

Абалак (0,013), Емеля (0,097), Такмак (0,050) и Омский голозёрный 1 (0,009) имеют наиболее близкую к нулю меру стабильности ($S^2d$) (см. табл. 4). Следовательно, они наиболее приспособлены к ухудшению условий выращивания.

По параметрам стабильности урожайности лучшими себя показали в условиях интенсивного земледелия сорта Емеля, Такмак и Буян, а из голозёрных лучшим стал Омский голозёрный 1.

Сорта Буян (-0,50), Емеля (0,40), Оленёк (0,60), Уватский (-0,20), а среди голозёрных сортов – Оскар (-2,80) по массе 1000 зёрен являются наиболее стрессоустойчивыми (табл. 5), т. е. по данному параметру диапазон их приспособительных возможностей шире, чем у других сортов.

ИЭП у сортов Биом (1,172), Абалак (1,157), Танай (1,030) и Омский голозёрный 1 (1,033) превысил тот же показатель остальных сортов, что указывает на способность указанных сортов формировать высокую и стабильную массу 1000 зёрен в любых условиях выращивания (табл. 5).

Коэффициент вариации почти у всех сортов (исключение – Биом) имеет незначительную величину (не превышает 10 %). Лишь у плёнчатого стандарта изменчивость средняя (10,608 %) (см. табл. 5). Это отчасти под-

*Таблица 5*

**Пластичность сортов ярового ячменя по массе 1000 зёрен**
**Spring barley varieties plasticity on the mass of 1 000 grains**

| Сорт | У2–У1 | ИЭП | V | bi |
|---|---|---|---|---|
| Биом (стандарт) | -9,00 | 1,172 | 10,608 | 1,249 |
| Абалак | -5,50 | 1,157 | 9,674 | 3,244 |
| Ача | -5,20 | 0,967 | 5,732 | 1,901 |
| Буян | -0,50 | 1,001 | 3,826 | 0,771 |
| Емеля | 0,40 | 0,885 | 2,476 | 0,234 |
| Красноярский 91 | 1,40 | 0,886 | 1,636 | -0,491 |
| Оленёк | 0,60 | 0,933 | 5,144 | 0,602 |
| Такмак | -5,00 | 0,963 | 5,719 | 1,897 |
| Танай | 1,80 | 1,030 | 2,710 | -0,889 |
| Уватский | -0,20 | 0,973 | 3,270 | 0,580 |
| Оскар (стандарт) | -2,80 | 1,000 | 4,923 | 1,502 |
| Омский голозёрный 1 | -7,20 | 1,033 | 8,136 | 1,400 |

тверждает результаты исследований, проведённых на Канском государственном сортоиспытательном участке в 2002–2016 гг., где данный показатель не превышал 17,09 % в условиях экстенсивного земледелия [15, 16].

Абалак (bi равен 3,244), Биом (1,249), Ача (1,901), Такмак (1,897) и все голозёрные (1,400–1,502) проявили себя как отзывчивые на изменения условий выращивания по показателю «масса 1000 зёрен» (см. табл. 5). Остальные же сорта показали слабую зависимость от изменений внешних факторов.Такие сорта, как уже говорилось, считаются наиболее адаптированными к изменениям условий выращивания благодаря тому, что bi (коэффициент пластичности) у них меньше 1 [14].

По показателям экологической пластичности лучшие результаты показали сорта Буян, Емеля, Танай и Уватский. Это значит, что они могут формировать наиболее крупное зерно в лучших условиях.

Индекс стабильности (L′) самый большой у сортов Емеля (18,188), Красноярский 91 (27,554), Танай (19,326), Уватский (15,148), а также Оскар (10,338) (табл. 6).

По значениям ПУСС и d, те же 5 сортов могут формировать стабильно крупное зерно в любых условиях. ПУСС у них составляет 526,227–1241,747, а d (размах массы 1000 зёрен) – 3,050–9,381. При этом по показателям $S^2d$ можно сказать, что наиболее крупное зерно могут давать в худших условиях выращивания сорта Ача ($S^2d$ равен 0,147),

*Таблица 6*

**Стабильность сортов ярового ячменя по массе 1000 зёрен**
**Stability of spring barley varieties on the mass of 1 000 grains**

| Сорт | L′ | ПУСС | d | $S^2d$ |
|---|---|---|---|---|
| Биом (стандарт) | 5,622 | 335,247 | 18,291 | 73,214 |
| Абалак | 6,092 | 359,020 | 17,620 | 19,052 |
| Ача | 8,590 | 422,893 | 10,156 | 0,147 |
| Буян | 13,320 | 678,854 | 6,767 | 5,010 |
| Емеля | 18,188 | 819,046 | 4,536 | 2,248 |
| Красноярский 91 | 27,554 | 1241,747 | 3,050 | 0,034 |
| Оленёк | 9,234 | 438,625 | 8,946 | 10,360 |
| Такмак | 8,574 | 420,408 | 9,843 | 0,010 |
| Танай | 19,326 | 1012,062 | 5,195 | 0,577 |
| Уватский | 15,148 | 750,354 | 5,642 | 3,780 |
| Оскар (стандарт) | 10,338 | 526,227 | 9,381 | 2,705 |
| Омский голозёрный 1 | 6,461 | 339,613 | 13,217 | 28,022 |

Красноярский 91 (0,034), Такмак (0,010), Танай (0,577), а также Оскар (2,705).

По массе 1000 зёрен наибольшую стабильность в формировании крупного зерна показали сорта Емеля, Красноярский 91, Танай, Уватский, а также Оскар.

## ВЫВОДЫ

1. Выявлены наиболее пластичные и стабильные по урожайности зерна сорта ярового ячменя в Красноярской лесостепи при возделывании их по интенсивной технологии. К наиболее пластичным сортам ярового ячменя относятся Буян, Емеля, Такмак и Омский голозёрный 1. Наибольшая стабильность урожайности из числа исследуемых сортов ярового ячменя – у сортов Емеля, Такмак, Буян, Омский голозёрный 1.

2. Установлены наиболее пластичные и стабильные по массе 1000 зёрен сорта ярового ячменя в Красноярской лесостепи при возделывании их по интенсивной технологии. Наибольшая пластичность в группе исследуемых сортов ячменя – у сортов Буян, Емеля, Танай, Уватский. Стабильнее других сортов ярового ячменя формируют большую массу 1000 зёрен сорта Емеля, Красноярский 91, Танай, Уватский, Оскар.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. *Bradshaw A.D.* Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants // Advances in Genetics. – 1965. – Vol. 13. – P. 115–155.
2. *Сокол Т.В., Петренкова В.П., Кобизева Л.Н.* Екологічна пластичність та стабільність зразків генофонду гороху за стійкістю до хвороб та шкідників // Селекція і насінництво. – 2012. – Вип. 101. – С. 20–29.
3. *Баган А.В., Барат Ю.М.* Экологическая пластичность сортов ячменя ярового по урожайности и качеству зерна // Вестник Белорусской ГСХА. – 2019. – №4. – С. 56–59.
4. *Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И.* Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – №1. – С. 66–73.
5. *Прянишников Д.Н., Якушкин И.В.* Растения полевой культуры (частное земледелие). – М.: Сельхозгиз, 1936. – 844 с.
6. *Ведров Н.Г., Дмитриев В.Е.* Сибирское растениеводство. – Красноярск, 2002. – 311 с.
7. *Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., Коренев Г.В.* Растениеводство. – М.: Колос, 1997. – 447 с.
8. *Агробиологическая* характеристика голозёрных сортов ячменя селекции Омского АНЦ / П.Н. Николаев, О.А. Юсова, Н.И. Аниськов, И.В. Сафонова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180, № 1. – С. 38–43.
9. *Методика* государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (общая часть). – М., 1985. – Вып. 1. – 269 с.
10. *Eberhart S.A., Russell W.A.* Stability parameters for comparing varieties // J. Crop. Sci. – 1966. – Vol. 6, N 1. – P. 36–40.
11. *Rossielle A.A., Hamblin J.* Theoretical aspects selection for yield in stress and non–stress environments // Crop Science. – 1981. – N 6. – P. 21.
12. *Грязнов А.А.* Селекция ячменя в Северном Казахстане // Селекция и семеноводство. – 2000. – № 4. – С. 2–8.
13. *Селянинов Г.Т.* О сельскохозяйственной оценке климата // Труды о сельскохозяйственной метеорологии. – 1928. – Вып. 20. – С. 169–178.
14. *Сапега В.А., Турсумбекова Г.Ш.* Урожайность среднеспелых сортов яровой пшеницы и параметры их адаптивности в различных природно–климатических зонах Северного Зауралья // Успехи современного естествознания. – 2016. – № 11. – С. 65–69.
15. *Серебренников Ю.И.* Реализация адаптивного потенциала сортов ярового ячменя в Канской лесостепи Красноярского края: дис. … канд. с.–х. наук. – Красноярск, 2018. – 233 с.

16. *Байкалова Л.П., Серебренников Ю.И.* Голозёрный ячмень и овёс в Сибири. – Красноярск, 2018. – 298 с.

## REFERENCES

1. Bradshaw A.D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants*, Advances in Genetics*, 1965, Vol. 13, pp. 115-155.
2. Sokol T.V., Petrenkova V.P., Kobizeva L.N., *Selekciya I nasinnictvo*, 2012, Vyp. 101, pp. 20-29.
3. Bagan A.V., Barat Yu.M. *Vestnik Belorusskoy gosudarstvennoy akademii*, 2019, No. 4, pp. 56-59.
4. Nettevich E.D., Morgunov A.I., Maximenko M.I. *Vestnik sel'skohozyaystvennoy nauki*, 1985, No. 1, pp. 66-73. (in Russ.)
5. Pryanishnikov D.N., Yakushkin I.V. *Rasteniya polevoy kultury (chastnoe zemledelie)* (Field crop plants (private farming)), Moscow: Sel'hozgiz, 1936, 844 p.
6. Vedrov N.G., Dmitriev V.E. *Sibirskoe rastenievodstvo* (Siberian crop production), Krasnoyarsk, 2002, 311 p.
7. Posypanov G.S., Dolgodvorov V.E., Korenev G.V. *Rastenievodstvo* (Plant growing), Moscow: Kolos, 1997, 447 p.
8. Nikolaev P.N., Yusova O.A., Anis'kov N.I., Safonova I.V. *Trudy po prikladnoybotanike, genetike I selekcii,* 2019, Vol. 180, No. 1, pp. 38-43. (in Russ.)
9. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyaistvennyh kul'tur* (Methods of state variety testing of agricultural crops), Moscow, 1985, Vyp. 1, 269 p.
10. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties, *J. Crop. Sci.*, 1966, Vol. 6, No. 1, pp. 36-40.
11. Rossielle A.A., Hamblin J. Theoretical aspects selection for yield in stress and non-stress environments, *Crop Science*, 1981, No. 6, p. 21.
12. Gryaznov A.A. *Selekciya i semenovodstvo*, 2000, No. 4, pp. 2-8.
13. Selyaninov G.T. *Trudy o sel'skohozyaistvennoi meteorologii*, 1928, Vyp. 20, pp. 169-178.
14. Sapega V.A., Tursumbekova G.Sh. *Uspehi sovremennogo estestvoznaniya,* 2016, No. 11, pp. 65-69.
15. Serebrennikov Yu.I. *Realizaciya adaptivnogo potenciala sortov yarovogo yachmenya v Kanskoy lesostepi Krasnoyarskogo kraya* (Implementation of the adaptive potential of spring barley varieties in the Kansk forest-steppe of the Krasnoyarsk territory). Dissertation, Krasnoyarsk, 2018, 233 p.
16. Baykalova L.P., Serebrennikov Yu.I. *Golozyorny yachmen' i ovyos v Sibiri* (Naked barley and oats in Siberia), Krasnoyarsk, 2018, 298 p.

УДК 631.46 : 633.11 : 631.8 : 631.55 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-60-68

# ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН РИЗОАГРИНОМ НА МИКРОФЛОРУ РИЗОСФЕРЫ И УРОЖАЙНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**О.Ф. Хамова,** кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник
**Е.В. Тукмачева,** кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
**Н.Ф. Балабанова,** кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник
**Н.Н. Шулико,** кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

**Омский аграрный научный центр, Омск, Россия**
**E-mail: 55asc@bk.ru**

***Ключевые слова:*** **озимая пшеница, удобрения, биологическая активность почвы, урожайность**

**Реферат**. ***В полевом стационарном опыте с применением минеральных удобрений и соломы в зернопаровом севообороте с выводным полем люцерны исследована численность микрофлоры в ризосфере озимой пшеницы нового сорта Прииртышская после обработки семян биопрепаратом комплексного действия – ризоагрином. Наиболее высокая общая численность агрономически полезных групп микроорганизмов установлена в варианте с инокуляцией семян культуры ризоагрином на фоне минеральных удобрений, а также при сочетании приемов инокуляции, внесения минеральных удобрений и соломы ($N_{15}P_{23}$ + солома + инокуляция), соответственно 444 и 355 млн КОЕ/г при 217 млн КОЕ/г в контроле. В варианте с инокуляцией семян озимой пшеницы на фоне минеральных удобрений ($N_{15}P_{23}$ + инокуляция) количество олигонитрофилов и бактерий, минерализующих минеральные фосфаты, увеличилось в 2,2 раза, нитрификаторов – на 60%, микроорганизмов, утилизирующих органические соединения азота на МПА, – на 39, потребляющих минеральный азот на КАА – на 73% в сравнении с контролем. Целлюлозолитическая активность почвы под посевом озимой пшеницы в вариантах $N_{15}P_{23}$ + инокуляция и $N_{15}P_{23}$ + солома + инокуляция возросла до 66,5–67,0%, превысив контроль в 1,7 раза. Наибольшая прибавка зерна культуры была получена при сочетании минеральных, органического (соломы) и бактериального (ризоагрин) удобрений – 40,3% к контролю. Дополнительный вынос азота урожаем озимой пшеницы за счет деятельности ассоциативных диазотрофов составил от 6 до 16,5 кг/га. Между показателями урожайности культуры и численностью микроорганизмов в ризосфере установлены коррелятивные зависимости сильной (r=0,84–0,91) и средней (r=0,62–0,72) степени. Наиболее тесная связь имела место между величиной урожайности зерна озимой пшеницы и количеством бактерий, растущих на МПА, в т.ч. аммонификаторов, а также урожайностью и численностью нитрифицирующих бактерий.***

# INFLUENCE OF RISOAGRINE SEED INOCULATION ON RHIZOAGRINE MICROFLORA AND WINTER WHEAT YIELDS IN WESTERN SIBERIA FOREST-STEPPE

**Khamova O.F.,** Candidate of Biology, Leading Research Fellow
**Tukmacheva E.V.,** Candidate of Biology, Senior Research Fellow
**Balabanova N.F.,** Candidate of Biology, Leading Research Fellow
**Shuliko N.N.,** Candidate of Biology, Senior Research Fellow

**Omsk Research Agricultural Centre, Omsk, Russia**

*Keywords:* winter wheat, fertilizers, soil biological activity, crop yield capacity.

Abstract. *The researchers conduct the field stationary experiment with the use of mineral fertilizers and straw in the grain and steam crop rotation with the withdrawal field of alfalfa and study the number of microflora in the rhizosphere of winter wheat of the new variety Priirtyshskaya after treatment of seeds with biospecimen of complex effect - risoagrine. The highest number of useful crop groups of microorganisms was observed in the variant with inoculation of crop seeds by risoagrine on the basis of applying mineral fertilizers, as well as in combination of inoculation techniques, application of mineral fertilizers and straw (N15P23 + straw + inoculation), respectively, 444 and 355 million UU/yr with 217 million UU/yr in the control group. In the variant with inoculation of winter wheat seeds by mineral fertilizers (N15P23 + inoculation), the number ofoligonitrophils and bacteria, mineralizing mineral phosphates, increased by 2.2 times, nitrifiers - by 60%, microorganisms that utilize organic nitrogen compounds on MPA - by 39, consuming mineral nitrogen on CAA - by 73% compared to the control group. The celluloseolytic soil activity under winter wheat sowing in variants N15P23 + inoculation and N15P23 + straw + inoculation increased to 66.5-67.0%, exceeded the control group by 1.7 times. The highest increase in the crop's grains was observed in the combination of mineral, organic (straw) and bacterial (rizoagrine) fertilizers - 40.3% in comparison with the control group. Additional nitrogen removal by winter wheat crop due to the activity of associative diazotrophs varied from 6 to 16.5 kg/ha. Correlative relations of high (r=0.84-0.91) and average (r=0.62-0.72) degree of microorganisms in the rhizosphere were observed among the indicators of crop yield and number of microorganisms. The closest correlation took place between the value of winter wheat grain yield and the number of bacteria growing on MPA, including ammonifiers, and the yield and number of nitrifying bacteria.*

В 60-х гг. прошлого столетия было открыто явление ассоциативной азотфиксации, суть которого заключается в усвоении бактериями ризосферы азота атмосферы с участием его в питании растений, а также проявлении микроорганизмами защитных функций по отношению к растениям, усилении устойчивости растений к негативным воздействиям – засухе, неблагоприятной pH, высокому содержанию тяжелых металлов и т.д. [1–3]. На основе чистых отселектированных штаммов были созданы биопрепараты комплексного действия, повышающие активность азотфиксации, обладающие положительными вышеперечисленными свойствами ассоциативных азотфиксаторов, способствующие увеличению продуктивности растений, качества зерна [3].

Ранее проведенными исследованиями (2014–2017 гг.) установлено, что при предпосевной обработке (инокуляции) семян яровой мягкой пшеницы биопрепаратом ризоагрин на основе агробактерий количество дополнительного азота за счет ассоциативной азотфиксации микроорганизмами ризосферы составило в вариантах опыта 11–16 кг/га, прибавка урожайности зерна – 1,5–1,6 ц/га, или 7-9% к контролю [4].

В опытах Н.Н. Шулико (2012–2014 гг.) с ризоагрином в среднем за годы исследований дополнительный вынос азота ячменем в зернопаровом севообороте за счет ассоциа-

тивной азотфиксации составил 11,8 кг/га, а в наиболее благоприятных условиях – 30 кг/га азота атмосферы. Применение инокуляции увеличило белковость зерна ячменя на 1,5 % в сравнении с контролем. На фоне минеральных удобрений и соломы повышение содержания белка в продукции и его сбор с гектара были выше контроля на 2,7 % и 0,15 т/га соответственно [5].

В Омской области озимая пшеница занимает около 10 тыс. га. Распространение ее сдерживается полным или частичным вымерзанием в неблагоприятные годы перезимовки. Преимущества озимых культур перед яровыми известны и совершенно очевидны. Они превосходят яровые культуры по продуктивности, качеству и питательной ценности зерна, более эффективно используют биоклиматические ресурсы региона. В структуре посевных площадей озимая пшеница может занимать до 15 %, а урожайность достигать 50–60 т/га зерна [6]. В этой связи для увеличения производства продовольственного зерна необходимо расширение посевов новых высокопродуктивных сортов озимых культур, совершенствование агротехнологий с использованием более дешевого и экологически безопасного биологического азота.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В опыте с озимой пшеницей для предпосевной обработки семян был использован биопрепарат на основе *Agrobacterium radiobacter* шт. 204 (ВНИИСХМ, г. Пушкин) из расчета 600 г на гектарную норму семян. Делянка площадью 200 м$^2$ делилась пополам для посева неинокулированными и инокулированными семенами. Повторность – четырехкратная. Предшественник – пар. В течение вегетации по фазам развития культуры (кущение, колошение, налив зерна) проводился отбор проб ризосферы для микробиологического анализа. Опыт трехфакторный: фактор А – фон с внесением минеральных удобрений $N_{15}P_{23}$, фактор В – солома, фактор С – инокуляция.

Численность микроорганизмов в ризосфере культуры учитывалась путем посева на твердые питательные среды: мясопептонный агар (МПА) для бактерий, утилизирующих органические соединения азота; крахмало-аммиачный (КАА) – для микроорганизмов, потребляющих минеральный азот ($NH_3$); среда Муромцева-Герретсена – для бактерий, мобилизующих минеральные фосфаты; среда Мишустиной – для олигонитрофилов; среда Гетчинсона – для целлюлозоразрушающих микроорганизмов; водный выщелоченный агар с добавлением двойной аммонийно-магниевой соли фосфорной кислоты – для нитрификаторов; подкисленная среда Чапека – для грибов [7]. Азот нитратов определялся по Грандваль-Ляжу с дисульфофеноловой кислотой, подвижный фосфор – по В.А. Францесону [8], интенсивность разложения целлюлозы в почве – аппликационным методом по Л.Д. Тихомировой [9].

Полевой опыт закладывался на основе шестипольного зернопарового севооборота с выводным полем люцерны. В опыте использован новый сорт пшеницы селекции Омского АНЦ Прииртышская. Этот сорт отличается высокой урожайностью, зимостойкостью и устойчивостью к полеганию. Зерно соответствует требованиям ценной пшеницы. Сорт Прииртышская включен в Государственный реестр селекционных достижений по Восточно-Сибирскому региону.

Цель исследований – оценить влияние одного из агротехнологических приемов – предпосевной обработки семян озимой пшеницы биопрепаратом ассоциативных азотфиксаторов – на биологическую активность ризосферы культуры и ее урожайность: раздельно и на фоне умеренной дозы минеральных удобрений ($N_{15}P_{23}$ на 1 га севооборотной площади), а также при заделке соломы предшествующих зерновых культур.

Почва – лугово-черноземная среднемощная тяжелосуглинистая с содержанием гумуса 6,8%. Обеспеченность пахотного слоя азотом нитратов перед посевом – высокая, подвижным фосфором и калием – очень высокая.

Погодные условия вегетационного периода 2018 г. отличались достаточным увлажнением. ГТК за май – август составил 1,31 при норме 1,10. Засушливыми были первая и вторая декады июля (ГТК июля 0,75).

За период май – август 2019 г. количество осадков было близко к норме (206 мм) и составило 193 мм. Температура воздуха соответствовала средней многолетней (16,5$^0$С при норме 16,7$^0$С) с отклонением 0,2$^0$С. ГТК за май – август 2019 г. составил 0,99, т.е. практически соответствовал норме. Зимние периоды лет исследований были снежными, умеренно холодными. Вымерзания посевов не наблюдалось.

Таким образом, погодные условия вегетационных периодов лет исследований (2018–2019 гг.) были благоприятными для роста озимых зерновых культур.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Среди вариантов опыта наиболее высокой общей численностью микроорганизмов выделялись следующие: инокуляция семян озимой пшеницы на фоне $N_{15}P_{23}$, а также с применением минеральных ($N_{15}P_{23}$), органических (солома) и бактериальных (ризоагрин) удобрений – соответственно 444 и 355 млн КОЕ/г при 217 млн КОЕ/г в контроле (табл. 1).

В варианте с внесением соломы предшествующих культур, в том числе растительных остатков люцерны, общая численность микроорганизмов в ризосфере озимой пшеницы возросла на 21% к контролю. В исследованиях Н.А. Воронковой, проведенных в этом же стационарном опыте в 1990–1994 гг., запахивание измельченной соломы при включении в севооборот бобовых (люцерны 50%) обогащает почву биологическим азотом, доля которого в приходной статье баланса по сравнению с зернопаровым севооборотом более 80% [10], что и стимулировало рост численности микроорганизмов.

Запахивание соломы на фоне внесения минеральных удобрений в еще большей степени (на 34,5% к контролю) способствовало увеличению общего количества микроорганизмов ризосферы озимой пшеницы.

Достоверным являлось в опыте сочетание влияния всех изучаемых видов удобрений – минеральных $N_{15}P_{23}$, органических (солома), бактериальных (ризоагрин) на общую численность определяемой микрофлоры, что связано с увеличением массы растительных остатков в пахотном слое почвы, а также дополнительным азотом симбиотической (люцерна) и ассоциативной (ризосфера культуры) азотфиксации.

Внесение минеральных удобрений стимулировало существенный рост численности бактерий-сапрофитов на МПА, разлагающих органические азотсодержащие соединения в почве, – на 12–39% к контролю. Судя по соотношению групп МПА/КАА (более 1,0) в ризосфере озимой пшеницы преобладали иммобилизационные процессы. Наиболее высоким коэффициент трансформации органического вещества (Пм), рассчитанный по методике В.Д. Муха (1980) в изложении Л.Н. Коробовой [11], был в варианте с внесением минеральных удобрений на фоне заделки соломы с применением инокуляции семян (76,8 при уровне в контроле 58,6). Максимальная интенсивность минерализационных процессов по соотношению групп микроорганизмов КАА/МПА (коэффициент минерализации) была отмечена в вариантах с внесением соломы, минеральных удобрений и соломы, минеральных удобрений и инокуляции семян.

Олигонитрофилы среди определяемых почвенных микроорганизмов являются самой многочисленной группой. Их количество колебалось от 90,3 млн в контроле до 154–198 млн КОЕ/г в вариантах опыта. И.Л. Клевенской (1974) были проведены исследования этой широко распространенной в природе группы микроорганизмов. По сделанным ею выводам, особенностями олигонитрофилов являются их способность развиваться при низком уровне связанного азота в среде, а также использовать азот атмосферы [12]. В наших исследованиях количество олигонитрофилов при применении соломы воз-

*Таблица 1*

**Численность микроорганизмов в ризосфере озимой пшеницы в зависимости от применения минеральных, органических и бактериальных удобрений (средняя из трех определений за вегетацию, 2018–2019 гг.)**
**The number of microorganisms in winter wheat rhizosphere in relation to mineral, organic and bacterial fertilizers (average of 3 parameters during the vegetation in 2018-2019)**

| Показатели | Вариант | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | контроль | солома | инокуляция | солома + инокуляция | $N_{15}P_{23}$ | $N_{15}P_{23}$+ солома | $N_{15}P_{23}$+ инокуляция | $N_{15}P_{23}$+ солома +инокуляция |
| Бактерии, утилизирующие органический азот на МПА, млн КОЕ/г | 27,7 | 27,0 | 29,0 | 30,0 | 31,1 | 33,7 | 38,4 | 36,2 |
| | $НСР_{05}$ A, B, C =4,0 $НСР_{05}$ AB, AC, BC = 5,7 $НСР_{05}$ ABC=8,0 | | | | | | | |
| Микроорганизмы, потребляющие минеральный азот на КАА, млн КОЕ/г | 24,7 | 29,4 | 26,9 | 23,0 | 29,2 | 37,3 | 42,8 | 32,4 |
| | $НСР_{05}$ A, B, C =4,9 $НСР_{05}$ AB, AC, BC = 7,0 $НСР_{05}$ ABC=9,9 | | | | | | | |
| Олигонитрофилы, млн КОЕ/г | 90,3 | 115,4 | 87,2 | 93,6 | 99,5 | 120,8 | 198,4 | 154,1 |
| | $НСР_{05}$ A, B, C =20,0 $НСР_{05}$ AB, AC, BC = 28,3 $НСР_{05}$ ABC=39,1 | | | | | | | |
| Фосфатмобилизующие, млн КОЕ/г | 74,2 | 90,5 | 84,7 | 77,7 | 91,6 | 99,9 | 164,7 | 132,1 |
| | $НСР_{05}$ A, B, C =24,0 $НСР_{05}$ AB, AC, BC = 33,0 $НСР_{05}$ ABC=47,0 | | | | | | | |
| Нитрификаторы, тыс. КОЕ/г | 3,32 | 2,92 | 2,67 | 2,68 | 4,67 | 3,96 | 4,66 | 5,31 |
| | $НСР_{05}$ A, B, C =0,69 $НСР_{05}$ AB, AC, BC = 0,98 $НСР_{05}$ ABC=1,38 | | | | | | | |
| Грибы, тыс. КОЕ/г | 60,5 | 77,3 | 87,0 | 90,7 | 74,7 | 84,7 | 87,5 | 76,0 |
| | $НСР_{05}$ A, B, C =18,8 $НСР_{05}$ AB, AC, BC = 26,6 $НСР_{05}$ ABC=37,6 | | | | | | | |
| Общее количество микроорганизмов, млн КОЕ/г | 217,1 | 262,5 | 227,9 | 224,5 | 251,6 | 291,9 | 444,4 | 355,0 |
| | $НСР_{05}$ A, B, C =42,2 $НСР_{05}$ AB, AC, BC = 59,6 $НСР_{05}$ ABC=84, 3 | | | | | | | |
| КАА/МПА – коэффициент минерализации | 0,89 | 1,08 | 0,93 | 0,77 | 0,94 | 1,10 | 1,11 | 0,90 |
| МПА/КАА – коэффициент иммобилизации | 1,12 | 0,92 | 1,07 | 1,30 | 1,07 | 0,90 | 0,90 | 1,12 |
| Пм (МПА+КАА · МПА/КАА) – коэффициент трансформации органического вещества | 58,6 | 51,9 | 59,8 | 69,0 | 64,3 | 64,0 | 73,0 | 76,8 |

растало на 27–34% к контролю, в варианте с инокуляцией на фоне удобрений – на 119,7%, под влиянием всех видов применяемых удобрений – на 70,6% к контролю. Можно предположить, что при таком значительном росте численности олигонитрофилов увеличивается и их азотфиксирующая способность, а значит, и обеспеченность почвы доступным азотом.

Количество фосфатмобилизующих бактерий было в среднем за вегетационный период наиболее высоким в вариантах с инокуляцией семян на фоне минеральных удобрений и на этом же фоне с дополнительным внесением соломы, что свидетельствует о положительном влиянии инокуляции семян ассоциативными азотфиксаторами на фосфатный режим питания растений.

Количество нитрификаторов на неудобренном фоне составило 2,7–3,3 тыс. КОЕ/г, при внесении минеральных азотно-фосфорных удобрений оно увеличилось до 4,0–5,3 тыс. КОЕ/г. Наибольшая численность нитрифицирующих бактерий была отмечена в варианте с применением разных видов удобрений (минеральных, органических, бактериальных), видимо, не только за счет трансформации азота почвы и удобрений, но и вследствие дополнительной фиксации азота атмосферы.

Численность почвенных грибов в наибольшей степени возрастала в вариантах с инокуляцией семян озимой пшеницы (43,6–49,9% к контролю), а также при внесении соломы и минеральных удобрений – на 23,5–40% к контролю, составляя 60,5–90,7 тыс. КОЕ/г.

Интенсивность разложения целлюлозы в почве является интегрированным показателем ее биологической активности, зависящим от сложившегося уровня плодородия, погодных условий вегетационного периода. Наиболее высокой целлюлозолитическая активность была в варианте с применением инокуляции семян на фоне удобрений – 66,5–67,0%, а в контроле лишь 38%, что связано с обеспеченностью почвы азотом минеральных удобрений и дополнительным за счет ассоциативной азотфиксации (табл. 2).

Таким образом, инокуляция семян озимой пшеницы биопрепаратом комплексного действия – ризоагрином на фоне внесения минеральных удобрений и соломы ($N_{15}P_{23}$ + солома + инокуляция) стимулировала рост общей суммарной численности определяемых групп микроорганизмов в ризосфере культуры на 63,5% к контролю. Увеличилось в 2,2 раза относительно контроля количество олигонитрофилов и бактерий, мобилизующих минеральные фосфаты, на 60% – численность нитрификаторов, а также других представителей микрофлоры ризосферы озимой пшеницы. Инокуляция способствовала росту общего количества микроорганизмов на фоне применения минеральных удобрений. В варианте $N_{15}P_{23}$ + инокуляция интенсивность разложения целлюлозы в почве усилилась в 1,7 раза в сравнении с контролем.

Урожайность зерна озимой пшеницы в вариантах с применением комплекса разных видов удобрений (минеральных, органических, бактериальных), была наиболее высокой в сравнении с контролем – 4,8–4,9 т/га (прибавка от 26,3 до 40,3% к контролю). Запашка соломы в чистом виде, а также инокуляция семян без внесения минеральных удобрений не привели к существенному росту урожайности культуры (см. табл. 2).

*Таблица 2*

**Интенсивность разложения целлюлозы в почве под посевом озимой пшеницы и урожайность культуры (среднее за 2018–2019 гг.)**

**Cellulose decomposition intensity rate in the soil under winter wheat and its crop yield capacity (average in 2018-2019)**

| Вариант | Разложение целлюлозы, % | Урожайность зерна, т/га | Прибавка | |
|---|---|---|---|---|
| | | | т/га | % |
| Контроль | 38,8 | 3,50 | - | - |
| Солома | 51,0 | 3,45 | - | - |
| Инокуляция | 42,6 | 3,53 | 0,03 | 0,9 |
| Солома + инокуляция | 60,1 | 3,64 | 0,14 | 4,0 |
| $N_{15}P_{23}$ | 41,7 | 4,79 | 1,29 | 36,9 |
| $N_{15}P_{23}$ + солома | 61,1 | 4,88 | 1,38 | 39,4 |
| $N_{15}P_{23}$ + инокуляция | 66,5 | 4,75 | 1,25 | 26,3 |
| $N_{15}P_{23}$ + солома +инокуляция | 67,0 | 4,91 | 1,41 | 40,3 |
| $НСР_{05}$ A, B, C | 12,4 | - | 0,23 | - |
| $НСР_{05}$ ABC | 24,8 | - | 0,46 | - |

Были просчитаны корреляционные связи урожайности пшеницы с численностью каждой из определяемых групп микроорганизмов. Сильная взаимосвязь имела место между величиной урожайности культуры и численностью аммонификаторов, растущих на МПА, а также нитрифицирующих бактерий (r = 0,84 и 0,91 соответственно). Судя по коэффициенту детерминации (dyx = 0,71 и 0,83) примерно на 71% величина урожайности была обусловлена изменениями в численности сапрофитных бактерий на МПА, на 83% – изменениями в количестве нитрификаторов, поскольку именно эти группы микроорганизмов обеспечивают растения доступной азотной пищей.

Зависимость средней степени была получена между урожайностью зерна озимой

пшеницы и общим количеством определяемой микрофлоры, а также численностью микроорганизмов, потребляющих азот в минеральной форме на КАА, мобилизующих минеральные фосфаты, олигонитрофилов (r = 0,62–0,72).

По результатам определения общего азота в растениях пшеницы было рассчитано количество азота атмосферы, усвоенного растениями за счет ассоциативной азотфиксации. Работа ассоциативных диазотрофов в большей степени проявилась на удобренных фонах, при этом активизировалось поглощение почвенного азота растениями. По мнению А.А. Завалина, увеличение выноса азота с урожаем связано с вовлечением в агроценоз биологического азота, фиксированного микроорганизмами, входящими в состав биопрепаратов, а также продуцированием ими физиологически активных веществ, что приводит к усилению потребления инокулированными растениями элементов питания из почвы и удобрений [13]. В наших исследованиях в вариантах опыта, где были внесены минеральные удобрения ($N_{15}P_{23}$) и проводилась инокуляция семян, вынос азота увеличился на 6,0–16,1 кг/га.

Учитывая данные, полученные Н.Н. Шулико (2012–2014 гг.) по ячменю, а также результаты исследований 2014–2017 гг. по яровой мягкой пшенице, где количество дополнительного азота атмосферы в питании растений составило 11–16 кг/га [4, 5], можно предположить, что в зависимости от погодных условий, фона минерального питания растений, вида культуры величина ассоциативной азотфиксации для зерновых культур при обработке семян биопрепаратом комплексного действия ризоагрином на лугово–черноземных почвах Омского Прииртышья колеблется от 6 до 16 кг/га, в отдельные благоприятные годы достигая 30 кг/га.

В условиях лесостепи Приобья исследованиями Г.П. Гамзикова, П.Р. Шотт установлено, что активность азотфиксации в ризосфере ячменя и пшеницы после обработки семян биопрепаратом возрастает в 1,5–2,0 раза, а прибавка урожая составляет в среднем 20–30% [14, 15]. Дополнительный вынос азота растениями пшеницы после инокуляции составил 6,9–15,3 кг/га [16], что соответствует данным, полученным для зерновых культур на черноземной почве Омского Прииртышья (6,0–16,1 кг/га).

Полученный эффект инокуляции равноценен внесению 20–30 кг минерального азота при экологическом и экономическом преимуществе биопрепаратов.

## ВЫВОДЫ

1. Общая численность определяемых групп микроорганизмов в ризосфере озимой пшеницы составила 217,1–444,4 млн КОЕ/г, достигая наибольшей величины в вариантах с внесением минеральных удобрений и инокуляцией семян перед посевом ($N_{15}P_{23}$ + инокуляция), а также при сочетании минеральных, органических (солома) и бактериальных (ризоагрин) удобрений, – соответственно 444 и 355 млн КОЕ/г.

2. Количество олигонитрофилов, а также фосфатмобилизующих бактерий в ризосфере культуры в варианте $N_{15}P_{23}$ + инокуляция увеличилось в сравнении с контролем в 2,2 раза, нитрификаторов – на 40%, микроорганизмов, растущих на средах МПА и КАА, – соответственно на 38,6 и 73,3% к контролю, что способствовало улучшению режима питания растений и повышению урожайности культуры. Наибольшая численность нитрифицирующих бактерий – 5,3 тыс. КОЕ/г установлена в варианте с применением разных видов удобрений: $N_{15}P_{23}$ + солома + инокуляция.

3. Интенсивность разложения целлюлозы в почве под посевом озимой пшеницы, как интегрированный показатель биологической активности, была наиболее высокой в варианте с применением инокуляции семян на фоне внесения минеральных удобрений ($N_{15}P_{23}$ + инокуляция), а также минеральных удобрений и соломы ($N_{15}P_{23}$ + солома + инокуляция), составляя 66,5–67,0% при 38,8% в контроле.

4. Применение азотно-фосфорных минеральных удобрений способствовало повышению урожайности зерна озимой пшеницы на 26,3–40,3%, в т.ч. в сочетании с запашкой соломы – на 39,4%, при инокуляции семян на фоне внесения минеральных удобрений и соломы – на 40,3% при уровне в контроле 3,5 т/га.

5. Дополнительное количество азота, фиксированного микроорганизмами ризосферы озимой пшеницы, в вариантах с инокуляцией биопрепаратом составило 6–16 кг/га.

6. Между величиной урожайности озимой пшеницы и показателями численности микроорганизмов в ризосфере культуры установлена взаимосвязь сильной (r=0,84–0,91) и средней степени (r=0,62–0,72).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. *Тихонович И.А., Проворов Н.А.* Симбиозы растений и микроорганизмов: молекулярная генетика агросистем будущего. – СПб.: С.-Петербург. ун-т, 2009. – 210 с.
2. *Новые* технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия / под ред. А.А. Завалина, А.П. Кожемякова. – СПб.: Химиздат, 2010. – 64 с.
3. *Белимов А.А.* Взаимодействия ассоциативных бактерий с растениями: роль абиотических и биотических факторов: монография. – Saarbrücken: Palmarium Academic Publishing, 2012. – 221 с.
4. *Хамова О.Ф., Шулико Н.Н., Тукмачева Е.В.* Руководство по применению биопрепаратов ассоциативной азотфиксации в ресурсосберегающих технологиях: метод. указания / Отд-ние с.-х. науки РАН, ФГБНУ Омский АНЦ. – Омск: ИП Макшеевой Е.А., 2018. – 12 с.
5. *Биологическая* активность лугово-черноземных почв Омского Прииртышья / О.Ф. Хамова, Л.В. Юшкевич, Н.А. Воронкова [и др.]. – Омск: Омскбланкиздат, 2019. – 94 с.
6. *Результаты* селекции озимой мягкой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири / Ю.Н. Кашуба, А.Н. Ковтуненко, В.М. Трипутин [и др.] // Зерновое хозяйство России. – 2019. – № 1(61). – С. 32–34.
7. *Теппер Е.З.* Практикум по микробиологии: учеб. пособие для вузов / под ред. В.К. Шильниковой. – М.: Дрофа, 2004. – 256 с.
8. *Агрохимические* методы исследования почв. – М.: Наука, 1975. – 655 с.
9. *Тихомирова Л.Д.* Биологический метод определения плодородия почвы // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 1973. – № 5. – С. 15–18.
10. *Воронкова Н.А.* Биологические ресурсы и их значение в сохранении почвенного плодородия и повышении продуктивности агроценозов Западной Сибири: монография. – Омск: ОмГТУ, 2014. – 188 с.
11. *Научно-методические* рекомендации по использованию микробиологических показателей для оценки состояния пахотных почв Сибири / Л.Н. Коробова, А.В. Танатова [и др.]. – Новосибирск: НГАУ, 2013. – 39 с.
12. *Клевенская И.Л.* Олигонитрофильные микроорганизмы почв Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1974. – 219 с.
13. *Завалин А.А.* Использование небобовыми растениями элементов питания при инокуляции семян биопрепаратами комплексного действия // Биологические источники элементов минерального питания растений: III Сибирские агрохимические Прянишниковские чтения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 12–16 июля) / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2006. – С. 47–54.
14. *Гамзиков Г.П., Шотт П.Р.* Эффективность препаратов ризосферных бактерий при внесении под пивоваренный ячмень // Доклады РАСХН. – 2005. – № 1. – С. 29–32.
15. *Шотт П.Р.* Фиксация атмосферного азота в однолетних агроценозах. – Барнаул: Алт. НИИ сел. хоз-ва, 2007. – 169 с.
16. *Шотт П.Р., Литвинцев П.А.* Биологический азот в питании однолетних полевых культур // Биологические источники элементов минерального питания растений: III Сибирские агрохимические Прянишниковские чтения: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (Омск, 12-16 июля) / РАСХН. Сиб. отд-ние. – Новосибирск, 2006. – С. 186–191.

## REFERENCES


1. Tikhonovich I.A., Provorov N.A. *Simbiozy rastenii i mikroorganizmov: molekulyarnaya genetika agrosistem budushchego* (Symbioses of plants and micro-organisms: molecular genetics of future agro-systems), Saint Petersburg: Saint Peter. Un-ty, 2009, 210 p.
2. Zavalina A.A., Kozhemyakova A.P. *Novye tekhnologii proizvodstva i primeneniya biopreparatov kompleksnogo deistviya* (New technologies for the production and use of complex biological products), Saint Petersburg: KhIMIZDAT, 2010, 64 p.
3. Belimov A.A. *Vzaimodeistviya assotsiativnykh bakterii s rasteniyami rol' abioticheskikh i bioticheskikh faktorov* (Interactions of associative bacteria with plants the role of abiotic and biotic factors), Saarbrücken: Palmarium, 2012, 221 p.
4. Khamova O.F., Shuliko N.N., Tukmacheva E.V. *Rukovodstvo po primeneniyu biopreparatov assotsiativnoi azotfiksatsii v resursosberegayushchikh tekhnologiyakh: metodicheskie ukazaniya* (Guidelines for the use of biologics of associative nitrogen fixation in resource-saving technologies), Omsk: IP Maksheevoi E.A., 2018, 12 p.
5. Khamova O.F., Yushkevich L.V., Voronkova N.A., Boiko V.S., Shuliko N.N. *Biologicheskaya aktivnost' lugovo-chernozemnykh pochv Omskogo Priirtysh'ya* (Biological activity of meadow-Chernozem soils of the Omsk Priirtyshye), Omsk: Omskblankizdat, 2019, 94 p.
6. Kashuba Yu.N., Kovtunenko A.N., Triputin V.M., Shvartskopf T.V., Mazepa N.G. *Zernovoe khozyaistvo Rossii,* 2019, No. 1(61), pp. 32-34. (In Russ.)
7. Tepper E.Z. *Praktikum po mikrobiologii uchebnoe posobie dlya vuzov* (Workshop on Microbiology textbook for higher education institutions), Moscow: Drofa, 2004, 256 p.
8. *Agrokhimicheskie metody issledovaniya pochv* (Agrochemical methods of soil research), Moscow: Nauka, 1975, 655 p.
9. Tikhomirova L.D., *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 1973, No. 5, pp. 15-18. (In Russ.)
10. Voronkova N.A. *Biologicheskie resursy i ikh znachenie v sokhranenii pochvennogo plodorodiya i povyshenii produktivnosti agrotsenozov Zapadnoi Sibiri* (Biological resources and their importance in maintaining soil fertility and productivity of agricultural lands in West Siberia), Omsk: OmSTU, 2014, 188 p.
11. Korobova L.N., Tanatova A.V., Ferapontova S.A., Shindelov A.V. *Nauchno-metodicheskie rekomendatsii po ispol'zovaniyu mikrobiologicheskikh pokazatelei dlya otsenki sostoyaniya pakhotnykh pochv Sibir*i (Scientific and methodological recommendations on the use of microbiological indicators to assess the state of arable soils in Siberia), Novosibirsk: NSAU, 2013, 39 p.
12. Klevenskaya I.L. *Oligonitrofil'nye mikroorganizmy pochv Zapadnoi Sibiri* (Oligonitrophilic microorganisms of soils of Western Siberia), Novosibirsk: Nauka, 1974, 219 p.
13. Zavalin A.A. Biologicheskie istochniki elementov mineral'nogo pitaniya rastenii (Biological sources of elements of mineral nutrition of plants), *Proceedings of the International scientific and practical conference III Siberian agrochemical Pryanishnikova reading* (Omsk, July 12-16), Novosibirsk: RASKHN. Sib. Otd-e, 2006, pp. 47-54. (In Russ.)
14. Gamzikov G.P., Shott P.R., *Doklady RASKhN*, 2005, No. 1, pp. 29-32. (In Russ.)
15. Shott P.R. *Fiksatsiya atmosfernogo azota v odnoletnikh agrotsenozakh* (Atmospheric nitrogen fixation in annual agrocenoses), Barnaul: Altai research Institute of agriculture, 2007, 169 p.
16. Shott P.R., Litvintsev P.A Biologicheskie istochniki elementov mineral'nogo pitaniya rastenii (Biological sources of elements of mineral nutrition of plants), *Proceedings of the International scientific and practical conference III Siberian agrochemical Pryanishnikova reading* (Omsk, July 12-16), Novosibirsk: RASKHN. Sib. Otd-e, 2006, pp. 186-191. (In Russ.)

УДК 632.937 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-69-75

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТА ФИТОП 8.67 НА МОРКОВИ

[1,2]**В.П. Цветкова**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
[1,3]**В.С. Масленникова**, аспирант, младший научный сотрудник
[4]**В.А. Нестеренко**, главный агроном

**[1]Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия**
**[2]ООО НПФ «Исследовательский центр», р.п. Кольцово, Россия**
**[3]Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН, Новосибирск, Россия**
**[4]Аграрный комплекс «Сады Гиганта», р.п. Кольцово, Россия**
**E-mail: vera.cvetkova.23.05@mail.ru**

***Ключевые слова:*** **биологический препарат, бактерии рода *Bacillus*, Фитоп 8.67, *Alternaria dauci*, эффективность, морковь, урожайность**

**Реферат.** ***Продовольственное агентство ООН объявило 2020 г. Международным годом охраны здоровья растений. Около 40 % урожая сельскохозяйственных культур ежегодно теряется от вредителей и болезней. По этой причине миллионы людей страдают от голода. Поэтому необходимо вести постоянный поиск и подбор экологически безопасных и высокоэффективных препаратов, которые обеспечивали бы рост урожайности и качества выращенной продукции. В 2017–2018 гг. в условиях Новосибирской области в полевых мелкоделяночных и производственных опытах было показано, что биопрепарат Фитоп 8.67 на основе бактерий рода Bacillus обладает антагонистической активностью по отношению к альтернариозу моркови (возбудитель – Alternaria dauci), снижает пораженность растений в период вегетации, а также обладает ростостимулирующим действием. Распространенность бурой пятнистости листьев снизилась в 4,8 раза, а биологическая эффективность Фитопа 8.67 за два года в отношении развития болезни составила 63,2 (через 10 недель) и 78,4 % (через 12 недель). В опытных вариантах на все даты учета растения статистически достоверно были выше контрольных и более облиственные. Применение биопрепарата способствовало увеличению массы 1 корнеплода в 1,7 раза относительно контрольного варианта в мелкоделяночном опыте и в 1,4 раза – в производственном. В связи с этим можно рекомендовать к применению препарат Фитоп 8.67 в качестве фунгицида, стимулятора роста и для повышения продуктивности моркови.***

# EFFECT OF PHYTOP 8.67 SPECIMEN ON THE CARROT

[1,2] **Tsvetkova V.P.,** Candidate of Agriculture, Associate Professor
[1,3] **Maslennikova V.S.,** PhD-studemt, Junior Research Fellow
[4] **Nesterenko V.A.,** Chief Agronomist

**[1]Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia**
**[2]OOO *Issledovatelskiy Tsentr*, Koltsovo village, Novosibirsk region, Russia [3]Siberian Federal Research Centre of Agricultural Biotechnologies RAS, Novosibirsk, Russia**
**[4]Agricultural complex *Sady giganta*, Koltsovo village, Novosibirsk region, Russia**

*Key words:* biospecimen, Bacillus bacteria, Phytop 8.67, Alternaria dauci, effect, carrot, crop yield capacity.

Abstract. *The UN Food Agency announced 2020 as International Year for Plant Protection. About 40% of crop yields losses are caused by pests and diseases. Due to this, millions of people suffer from*

*hunger. Therefore, there is a need to seek for and select environmentally friendly and highly effective products that will increase yields and the production quality. In 2017-2018, in the Novosibirsk Region, it was shown in field trials and production experiments that the biopreparation Phytop 8.67 based on the bacteria of the genus Bacillus has antagonistic activity in relation to carrot alternativeariosis (the causative agent is Alternaria dauci carrots, reduces the plants prevalence during the vegetation period, and also has a growth stimulating effect. The prevalence of brown leaf spotting decreased by 4.8 times, and the biological effect of Phytop 8.67 in two years with respect to the disease progress was 63.2 (after 10 weeks) and 78.4% (after 12 weeks). In the experimental variants, the plants were statistically more reliable than the control ones and were more foliated on all the dates of accounting. Application of biospecimen increased 1 root crop weight by 1,7 times in the control variant, in fine-delivery experiment and by 1,4 times - in industrial one. Due to this, the authors recommend applying Phytop 8.67 specimen as a fungicide, a growth stimulator in order to increase carrot productivity.*

В Сибири морковь является одной из основных овощных культур. В структуре посевных площадей она занимает свыше 20 %. За последние годы усилилась вредоносность грибных болезней. В среднем они вызывают 15 % потерь урожая, а при эпифитотийном развитии – до 70 % и более. Например, альтернариоз моркови, или бурая пятнистость, поражает растения первого и второго года жизни, снижает урожайность и лежкость корнеплодов, ухудшает качество семян. В отдельные годы при благоприятных для патогена условиях потери урожая достигают 40 % [1–3].

Защита овощных культур в период вегетации осложняется ограниченным ассортиментом пестицидов и отсутствием препаратов для обработки семян овощных культур. В технологии возделывания культуры сделан акцент на использование химической борьбы с вредными организмами, хотя многие проблемы можно решать с помощью экологических безопасных, доступных и эффективных биологических способов, в том числе с использованием биологических препаратов с бифункциональным действием.

В многолетних полевых и производственных опытах по испытанию препарата Фитоп 8.67 на зерновых культурах, картофеле, плодовых, ягодных и цветочных культурах, проведенных учеными и производственниками в различных природных зонах в России и за рубежом (Италия, Испания, Китай, Казахстан, Турция, Вьетнам), получены эффекты стимулирования длины и биомассы корневой системы до 15–20 %, общей биомассы растений до 20–25 % и более, увеличения урожайности до 20–30 %. Препарат повышает выживаемость растений в условиях засухи, снимает шоковые состояния после гербицидных обработок. Доказаны возможности иммунизации обработанных растений и последующего снижения пораженности посевов и посадок различных культур рядом инфекций, передающихся с семенами, через почву, а также воздушно-капельным путем [4–8].

Таким образом, на современном этапе развития биологической защиты растений накоплен достаточно большой опыт успешного использования Фитопа 8.67 на некоторых сельскохозяйственных культурах. В Новосибирской области ранее не изучалось ростостимулирующее и фунгицидное действие Фитопа 8.67 на моркови, поэтому оценка препарата остается актуальной.

Целью работы являлось изучение антифунгального и ростостимулирующего действия бактериального препарата Фитоп 8.67 на моркови.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектами исследований являлись: препарат Фитоп 8.67 (смесь штаммов *Bacillus amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641), предоставленный ООО НПФ «Исследовательский центр» (Новосибирск, р.п. Кольцово), морковь сорта Лосиноостровская 13, альтернариоз моркови (возбудитель – *Alternaria dauci* J.G. Kühn).

Исследования проводили на базе научной лаборатории кафедры защиты растений Новосибирского ГАУ и УПХ «Сад Мичуринцев» в 2017–2018 гг., производственные испытания – на полях агрохолдинга «Сады Гиганта» Новосибирской области в 2017 г. согласно общепринятым методикам [9].

Перед закладкой полевых опытов определяли всхожесть семян моркови в лабораторных условиях в чашках Петри (ГОСТ Р 52171–2003). Полевые опыты в УПХ «Сад Мичуринцев» проводили на серой лесной тяжелосуглинистой почве. Плотность почвы составляла от 1,11 до 1,36 г/см$^3$ при объемной массе 1,06 г/см$^3$ в слое почвы 0-27 см и 1,30 г/см$^3$ в слое 150–160 см. Содержание гумуса – 4,5–6,2 %, легкогидролизуемого азота – в пределах 8,10–12,6, подвижного фосфора – 18,2–25,1 и обменного калия – 9,40–12,1 мг/100 г почвы, pH солевой вытяжки – 6,62. Семена моркови перед посевом замачивали в суспензии препарата Фитоп 8.67 (концентрация $10^6$ КОЕ/мл) на 1 ч, контрольные – в воде. Обработанные семена высевали рядами в трех повторностях. Площадь учетной делянки – 6 м$^2$. Предшественник – чистый пар. Испытания проводили на фоне естественного распространения болезней в полевых условиях. Качество урожая оценивали по средним пробам каждого варианта.

В производственных опытах оценка действия Фитопа 8.67 проведена на полях агрохолдинга «Сады Гиганта» Новосибирской области согласно технологии, применяемой в хозяйстве, в двух вариантах: контроль (без обработки биопрепаратом) и обработка семян суспензией Фитопа 8.67 (концентрация $10^6$ КОЕ/мл). Дата посева моркови – 7 мая 2017 г. Учеты проводились 18 июля, 7 и 24 августа. Площадь учетной делянки – 10 м$^2$. Предшественник – чистый пар. Густота посева – 1,0–1,05 млн семян на 1 га. Почва – среднесуглинистая тёмно-серая лесная с содержанием в слое 0–30 см гумуса – 3,35–4,14 % (по данным агрохимцентра «Новосибирский»), легкогидролизуемого азота – 2,01–2,36, подвижного фосфора (по Чирикову) – 15,0–19,3, обменного калия (по Масловой) – 7,99–10,3 мг/100 г почвы, pH солевой вытяжки – 6,1–6,5.

В особо важный период вегетации культуры (конец июня – начало июля) в 2017 г. погодные условия характеризовались повышенным количеством осадков (ГТК за июнь и июль 1,3 и 1,6 соответственно), что способствовало распространению болезней на моркови. Условия 2018 г. благоприятствовали росту и развитию моркови.

Полученные результаты обрабатывали дисперсионным методом с помощью пакета программ SNEDECOR [10].

*Таблица 1*

**Изменение морфометрических показателей моркови под действием биопрепарата, УПХ «Сад Мичуринцев» (2017–2018 гг.)**

**Changes in morphometric indices of carrots under the influence of biospecimen, experimental summer garden *Sad Michurintsev* (2017-2018)**

| Варирант | 1-я декада июля | | 2-я декада июля | | 3-я декада июля | | 1-я декада августа | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2017 г. | 2018 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2017 г. | 2018 г. |
| | *Длина надземной части, см* | | | | | | | |
| Контроль | 5,3 | 13,8 | 16,0 | 19,0 | 26,5 | 27,7 | 36,7 | 45,7 |
| Фитоп 8.67 | 7,0 | 20,0 | 17,4 | 20,2 | 28,8 | 29,6 | 40,3 | 47,5 |
| Прибавка к контролю | 1,7 | 6,2 | 1,4 | 1,2 | 2,3 | 1,9 | 3,6 | 1,8 |
| $НСР_{05\ по\ году} = 0,86$; $НСР_{05\ по\ варианту} = 1,10$ | | | | | | | | |
| | *Количество листьев на 1 растении, шт.* | | | | | | | |
| Контроль | 2,7 | 2,7 | 4,4 | 4,2 | 4,7 | 4,9 | 5,4 | 5,4 |
| Фитоп 8.67 | 3,4 | 4,0 | 5,3 | 5,3 | 5,8 | 5,6 | 6,1 | 6,7 |
| Прибавка к контролю | 0,7 | 1,3 | 0,9 | 1,1 | 1,1 | 0,7 | 0,7 | 1,3 |
| $НСР_{05\ по\ году} = 1,14$; $НСР_{05\ по\ варианту} = 1,52$ | | | | | | | | |

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате определения посевных качеств семян моркови в лабораторных условиях установлено, что всхожесть в варианте с Фитопом 8.67 увеличилась на 13 % по сравнению с контролем, что подтверждает ростостимулирующее действие препарата.

Положительные результаты послужили основой для закладки полевого мелкоделяночного опыта, где биопрепарат повлиял также на рост моркови (табл. 1). В опытных вариантах высота растений статистически достоверно была больше на все даты учета (рис. 1–3). В первую декаду августа показатель высоты моркови был на 2,7 см больше (в среднем за 2 года), чем в контрольном варианте.

*Рис. 1.* Влияние биопрепарата на рост моркови (18.07.2017), УПХ «Сад Мичуринцев»: А – контроль; Б – Фитоп 8.67
Biospecimen effect on the growth of carrots (18.07.2017), experimental summer garden *Sad Michurintsev:* A – control group; B – Phytop 8.67

Обработанные биопрепаратом растения моркови, по сравнению с контрольным посевом, были более облиственными. В среднем за 2 года количество листьев увеличилось в первую декаду июля с 2,7 до 3,7 шт., в первую декаду августа – с 5,4 до 6,4 шт.

*Рис. 2.* Биомасса моркови, УПХ «Сад Мичуринцев» (23.08.2017, 20.08.2018): А – контроль; Б – Фитоп 8.67
Carrot biomass, experimental summer garden *Sad Michurintsev* (23.08.2017, 20.08.2018): A – control group; Б – Phytop 8.67

*Рис. 3.* Влияние Фитопа 8.67 на массу моркови (07.08.17), «Сады Гиганта»: А – контроль; Б – Фитоп 8.67
Effect of Phytop 8.67 bacterial specimen on the carrot mass (07.08.17), *Sady Giganta*: A – control group; B – Phytop 8.67

Применение биопрепарата позволило снизить зараженность болезнями моркови. Распространенность бурой пятнистости листьев снизилась в 4,8 раза (рис. 4), а биологическая эффективность Фитопа 8.67 за два года в отношении развития болезни составила 63,2 (через 10 недель после посева) и 78,4 % (через 12 недель).

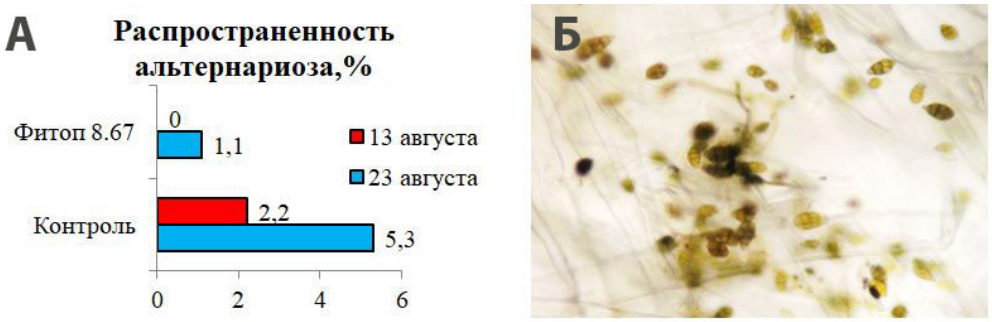



*Рис. 4.* Динамика распространения альтернариоза в УПХ «Сад Мичуринцев» в среднем за 2 года:
А – распространенность; Б – конидии *Alternaria dauci* под микроскопом
Dynamics of alternariosis distribution at experimental summer garden *Sad Michurintsev* on average during 2 years:
A – prevalence; Б – conidium Alternaria dauci under the microscope

Установлено, что предпосевная обработка семян моркови биопрепаратом Фитоп 8.67 не только способствовала снижению заболеваемости растений, но и положительно повлияла на формирование урожая (табл. 2).

Применение Фитопа 8.67 статистически достоверно способствовало увеличению массы 1 корнеплода – в 1,7 раза относительно контрольного варианта. Прибавка урожая корнеплодов моркови с применением биопрепарата составила 0,7 кг/м$^2$.

В результате производственных опытов на полях агрокомплекса «Сады Гиганта» в 2017 г. было установлено стабильное (во все

*Таблица 2*

**Действие биопрепарата Фитоп 8.67 на формирование элементов урожая (УПХ «Сад Мичуринцев»)**
**Effect of Phytop 8.67 bacterial specimen on the carrot yield elements (agricultural complex *Sady Giganta*)**

| Вариант | Масса 1 корнеплода, г | | Диаметр корнеплода, см | | Распространенность болезней на корнеплодах,% | | Урожайность, кг/м$^2$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2017 г. | 2018 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2017 г. | 2018 г. |
| Контроль | 73,3 | 68,9 | 2,56 | 2,73 | 0,5 | 0,2 | 5,7 | 5,3 |
| Фитоп 8.67 | 123,3 | 114,7 | 3,33 | 3,4 | 0 | 0,1 | 6,4 | 6,0 |
| $НСР_{05\ по\ году}$ | 18,45 | | 0,89 | | 0,002 | | 0,12 | |
| $НСР_{05\ по\ варианту}$ | 20,24 | | 1,15 | | 0,010 | | 0,50 | |

даты учетов) и статистически достоверное увеличение длины листьев (в 1,6–1,2 раза по сравнению с контрольными образцами), длины корнеплода (в 1,2 раза) и диаметра корнеплодов (в 1,6–1,2 раза) под воздействием метаболитов, выделяемых бактериальными штаммами и оказывающих влияние на рост и массу моркови (табл. 3). Средняя масса корнеплода увеличивалась в 1,4 раза. Валовой сбор составил 1370 т с 20 га при средней урожайности 68,5 т/га.

Таким образом, предпосевная обработка семян моркови биопрепаратом на основе сапротрофных бактерий рода *Bacillus* оказала ростостимулирующее и оздоравливающее действие, а также обеспечила получение вы-

*Таблица 3*

**Влияние бактериального препарата Фитоп 8.67 на формирование элементов урожая моркови (агрокомплекс «Сады Гиганта»)**
**The influence of the bacterial preparation Fitop 8.67 on the formation of elements of the carrot crop (agricultural complex "Gardens of the Giant")**

| Вариант | Дата учета | Длина листьев, см | Длина корнеплода, см | Диаметр корнеплода, см | Средняя масса корнеплода, г |
|---|---|---|---|---|---|
| Контроль | 18.07 | 24,7 | 17,3 | 1,4 | - |
| | 07.08 | 36,0 | 23,1 | 2,8 | - |
| | 24.08 | 41,9 | 25,6 | 3,0 | 83,1 |
| Фитоп 8.67 | 18.07 | 39,9 | 18,1 | 2,2 | - |
| | 07.08 | 44,1 | 24,9 | 3,2 | - |
| | 24.08 | 50,2 | 29,7 | 3,5 | 118,7 |
| $НСР_{05}$ | | 8,01 | 2,18 | 0,12 | 11,52 |

сокого урожая моркови. В результате положительного действия препарата Фитоп 8.67 рекомендуем применять его (в концентрации $10^6$ КОЕ/мл) способом обработки семян моркови перед посевом с целью снижения пораженности болезнями и увеличения качества и количества урожая.

## ВЫВОДЫ

1. Гидротермические условия 2017–2018 гг., в конце июня – начале июля характеризовались повышенным количеством осадков (ГТК за июнь и июль 1,3 и 1,6 соответственно), что способствовало и росту моркови, и распространению на ней болезней.

2. В лабораторном опыте всхожесть семян в варианте с Фитопом 8.67 увеличилась на 13 % по сравнению с контролем.

3. В полевых мелкоделяночных опытах установлено ростостимулирующее действие Фитопа 8.67. Обработанные биопрепаратом растения моркови по сравнению с контрольным посевом были более высокие и облиственные: количество листьев увеличивалось в 1,4 (первая декада июля) и 1,2 раза (первая декада августа), а длина надземной части – в 1,1-1,4 раза.

4. Бактериальный комплекс препарата проявил антифунгальное действие. Распространенность бурой пятнистости листьев снизилась в 4,8 раза, а биологическая эффективность Фитопа 8.67 за два года в отношении развития болезни составила 63,2 (через 10 недель после посева) и 78,4 % (через 12 недель).

5. В производственных опытах на полях агрокомплекса «Сады Гиганта» установлено, что предпосевная обработка семян препаратом Фитоп 8.67 обеспечивает стабильное увеличение длины листьев (в 1,6–1,2 раза по сравнению с контрольными образцами), длины корнеплода (в 1,2 раза) и диаметра корнеплодов (в 1,6–1,2 раза). Средняя масса корнеплода возросла в 1,4 раза. Средняя урожайность составила 68,5 т/га.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Литвинов С.С.* Состояние отрасли овощеводства в Российской Федерации // Современные технологии и новые машины в овощеводстве. – М.: ГНУ ВНИИО, 2008. – С. 3–15.
2. *Ганнибал Ф.Б., Орина А.С., Левитин М.М.* Альтернариозы сельскохозяйственных культур на территории России // Защита и карантин растений. – 2010. – № 5. – С. 30–32.
3. *Галеев Р.Р., Езепчук Л.Н.* Эффективность агротехнических приемов возделывания столовых корнеплодов в Сибири // Вестник Алтайского ГАУ. – 2011. – Т. 80, № 6. – С. 18–25.
4. *Инструкция* по применению биологически активного вещества Фитоп 8.67 для оздоровления растений [Электронный ресурс] / НПФ «Исследовательский центр». – Режим доступа: http://www.vetom.ru/index.php/bav-dlya-rastenij-fitop-8-67-8 (дата обращения: 21.03.2020).
5. *Биопрепараты* на основе бактерий рода *Bacillus* для управления здоровьем растений / М.В. Штерншис, А.А. Беляев, В.П. Цветкова [и др.]. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2016. – 233 с.
6. *Возможности* биологического контроля пятнистостей листьев черной смородины / А.А. Беляев, М.В. Штерншис, Т.В. Шпатова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 12. – С. 48–50.
7. *Цветкова В.П., Масленникова В.С.* Биопрепарат для защиты и повышения урожайности лука // Картофель и овощи. – 2019. – № 1. С. 14–16.
8. *Ващенко А.С., Масленникова В.С., Цветкова В.П.* Ростостимулирующее действие бактериальных препаратов на редисе // Устойчивое развитие науки и образования. – 2019. – № 9. – С. 84–88.
9. *Литвинов С.С.* Методика полевого опыта в овощеводстве. – М., 2011. – 636 с.
10. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2014. – 350 с.

## REFERENCES

1. Litvinov S.S. *Sovremennye tekhnologii i novye mashiny v ovoshchevodstve*, Moscow: GNU VNIIO, 2008, pp. 3-15. (in Russ.)
2. Gannibal F.B., Orina A.S., Levitin M.M. *Zashchita i karantin rasteniy*, 2010, No. 5, pp. 30-32. (in Russ.)
3. Galeev R.R., Ezepchuk L.N. *Vestnik Altayskogo GAU*, 2011, T. 80, No 6, pp. 18-25. (in Russ.)
4. http://www.vetom.ru/index.php/bav-dlya-rastenij-fitop-8-67-8 (21.03.2020).
5. Sternshis M.V., Belyaev A.A., Tsvetkova V.P., Shpatova T.V., Lelyak A.A., Bakhvalov S.A. *Biopreparaty na osnove bakteriy roda Vacillus dlya upravleniya zdorov'em rasteniy* (Biological products based on bacteria of the genus *Bacillus* for plant health managment), Novosibirsk: SO RAN, 2016, 233 p.
6. Belyaev A.A., Sternshis M.V., Shpatova T.V., Lutov B.I., Lelyak A.A., Lelyak A.I. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2012, No. 12, pp. 48-50. (in Russ.)
7. Tsvetkova V.P., Maslennikova V.S. *Kartofel' i ovoshchi*, 2019, No. 1, pp. 14-16. (in Russ.)
8. Vashchenko A.S., Maslennikova V.S., Tsvetkova V.P. Ustoychivoe razvitie nauki i obrazovaniya, 2019, No. 9, pp. 84-88. (in Russ.)
9. Litvinov S.S. *Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve* (The methodology of field experiment in vegetable growing), Moscow, 2011, 636 p.
10. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Methods of field experiment (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Al'yans, 2014, 350 p.

УДК 633.16:526.32 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-76-83

# ИСТОЧНИКИ УСТОЙЧИВОСТИ ЯЧМЕНЯ К ГЕЛЬМИНТОСПОРИОЗНЫМ БОЛЕЗНЯМ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В ФАНЦ СЕВЕРО-ВОСТОКА

**Т.К. Шешегова,** доктор биологических наук, профессор
**И.Н. Щенникова,** доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН

**Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, Киров, Россия**
**E-mail: immunitet@fanc-sv.ru**

***Ключевые слова:*** ***Hordeum vulgare*** **L., коллекция ВИР, болезни, латентный период, источники slow rusting и селекционных признаков**

**Реферат.** ***В условиях достаточно жесткого естественного инфекционного фона гельминтоспориозов (полосатая, сетчатая и темно-бурая пятнистости) в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2018–2019 гг. изучено 70 образцов ярового ячменя из коллекции ВИР. Учет пятнистостей проводили 4–5 раз в течение онтогенеза растений каждые 10–12 дней начиная с фазы 29 по шкале Цадокса. При учете болезней использовали методику О.С. Афанасенко (2005). Характер растительно-микробных взаимодействий оценивали по показателям ПКРБ (площадь под кривой развития болезни) и ИУ (индекс устойчивости). В ходе иммунологического менеджмента выявлено 11 образцов, устойчивых к темно-бурой пятнистости, при степени поражения 10,0–13,0%, значениях ПКРБ 167–223, ИУ – 0,18–0,25; 18 образцов, устойчивых к сетчатой пятнистости (6,0–10,0%, ПКРБ – 53-103, ИУ – 0,18–0,35), и 29 образцов, характеризующихся иммунитетом и высокой устойчивостью к полосатой пятнистости (0–5,0%, ПКРБ – 10–75. ИУ – 0,01–0,09). Однако только 4 образца (Makbo, Калькуль, Буян и Форвард) отличаются групповой неспецифической устойчивостью к сетчатой и темно-бурой пятнистости и иммунитетом к полосатой. Наиболее продолжительный латентный период (2–7 суток) темно-бурой пятнистости выявлен у 8 образцов, сетчатой пятнистости (2–13 суток) – у 16 образцов. По отношению к темно-бурой пятнистости относительно длинный латентный период имел сорт NCL 95098 (Аргентина), к сетчатой пятнистости – местные сорта из Афганистана (к-5983) и Китая (к-2929). Однако только сорта Бадьорый, Makbo, Rodos и Буян характеризуются равноценной динамикой развития обоих пятнистостей и медленным нарастанием (slow rusting) болезней в онтогенезе. Между продолжительностью латентного периода и поражением установлена слабая (r = -0,33 – сетчатая) и средняя (r = -0,58 – темно-бурая) отрицательная зависимость. Уравнения регрессии (y = -0,6071x+6,8571; $R^2$ = 0,917 – темно-бурая; y = -0,3941x+11,35; $R^2$ = 0,733– сетчатая) свидетельствуют, что от заражения до появления первых симптомов болезней суточное нарастание их по тренду составляет 0,61 и 0,39%. Перспективными для использования в селекционных программах по созданию высокоурожайных адаптивных к условиям региона являются сорта Калькуль, NCL 95098, Бадьорый и Буян. Кроме устойчивости, они выделяются количеством продуктивных стеблей, длинным, хорошо озерненным колосом и высокой продуктивностью.***

# SOURCES OF BARLEY RESISTANCE TO HELMINTHOSPORIOTIC DISEASES AND THEIR USE IN THE NORTH-EAST FARC

**Sheshegova T.K.,** Dr. of Biological Sc., Professor
**Shchennikova I.N.,** Dr. of Agricultural Sc., Correspondent Member of RAS

**Federal Agricultural Research Centre named after N. Rudnitsky, Kirov, Russia**

*Key words:* Hordeum vulgare L., collection of ВИР, diseases, time of occurrence, slow rusting and selection features.

Abstract. *The paper explores 70 samples of spring barley from the collection of WIR under conditions of rather rigid natural infectious helminthosporioses (striped, reticulated and dark brown spotting) in FARC of the North-East in 2018-2019. The spotting was investigated 4-5 times during plants ontogenesis every 10-12 days since the phase 29 on the Cadox scale. The methodology suggested by O.S. Afanasenko (2005) was used to assess the diseases. The nature of vegetative-microbial interactions was evaluated by SCDP (square under the curve of disease progress) and IS (stability index) indicators. During immunological experiment, the authors observed 11 samples resistant to dark brown spotting with lesion rate 10.0-13.0%, SCDP parameters equal 167-223, DUT was 0.18-0.25; 18 samples resistant to reticular spotting (6.0-10.0%, PCRB - 53-103, DUT - 0.18-0.35), and 29 samples characterized by immunity and high resistance to stripe spotting (0-5.0%, SCDP - 10-75). IS - 0.01-0.09). Only 4 samples (Makbo, Kalkul, Buyan and Forward) are characterized by group non-specific resistance to reticulate and dark brown spotting and striate immunity. The longest occurrence period (2-7 days) of dark brown spotting was observed in 8 samples, and reticulum spotting (2-13 days) - in 16 samples. The paper finds out that NCL 95098 (Argentina) had the relatively long occurrence period in terms of dark brown spotting, and varieties from Afghanistan (k-5983) and China (k-2929) to reticulate spotting. Badiory, Makbo, Rodos, and Buyan varieties have equal dynamics of both spotting and slow rusting of diseases in ontogenesis. There is a weak (r = -0.33 - reticulate) and medium (r = -0.58 - dark brown) negative correlation between the latent period and the defeat. The regression equations (y = -0,6071x+6,8571; R2 = 0,917 - dark brown; y = -0,3941x+11,35; R2 = 0,733 - reticulated) show that from infection to the first disease symptoms, their daily increase in trend is 0,61 and 0,39%. Kalkul, NCL 95098, Badioryi and Buyan varieties are seen as effective promising for selection programs to produce high yield adaptive varieties under the conditions of the region. Apart from stability, they are distinguished by the number of productive stems, long, well-grained ears and high productivity.*

Среди многих болезней ярового ячменя наибольшее распространение и экономически значимую вредоносность на Евро-Северо-Востоке РФ имеют так называемые гельминтоспориозы. Это, прежде всего, корневые гнили (*Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem. и *Fusarium* spp.) и пятнистости листьев: сетчатая (*Pyrenophora teres*, анаморфа – *Drechsera teres* (Sacc.) Shoem.), полосатая (*Pyrenophora graminea* Ito., анаморфа – *Drechsera graminea* (Sacc.) Shoem.) и темно-бурая (*Cochliobolus sativus* (Ito.), анаморфа – *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoem.) [1]. Раннее и сочетанное проявление этих болезней повышает инфекционный фон патогенов в полевых биоценозах, приводит к снижению ассимиляционной поверхности, что негативно влияет на фотосинтез и продуктивность растений. До настоящего времени в производстве отсутствуют сорта ячменя с экономически значимой устойчивостью к гельминтоспориозным болезням. Кроме того, пораженность зерна гельминтоспориозной инфекцией может достигать 40% [2]. Поэтому поиск таких форм в разных генофондах культуры является весьма актуальным для селекции в заданном направлении.

Выбор типа устойчивости на определенной географической территории определяет-

ся различными факторами эпидемиологического и экономического порядка. Чаще всего в производстве востребована неспецифическая устойчивость, обусловливающая биологически значимый гомеостаз растений. Она более продолжительна по времени, поскольку детерминирована малыми генами с аддитивным эффектом и проявляется в уменьшении количества пятен (пустул) на поверхности листа и увеличении длительности латентного периода [3]. В этом случае в популяции патогена снижается возможность накопления мутаций вирулентности, что ограничивает скорость развития эпифитотий [4, 5]. Генотипы с длительной неспецифической устойчивостью могут быть выявлены с учетом внутривидовой (сортовой) дифференциации растения-хозяина и патогена и их парных взаимодействий. Для этого можно использовать оценку скорости нарастания инфекции, которая выражается площадью под кривой развития болезни (ПКРБ) [6]. Мониторинг болезни в динамике онтогенеза позволяет составить более полное представление о ее вредоносности и возможных эпифитотиях, а также выявить сорта с медленным нарастанием инфекции (slow rusting*)* или восприимчивые в начале развития. При этом устойчивость к стрессовым факторам должна разумно сочетаться с высокими показателями селекционно-ценных признаков [7, 8].

Цель исследований – изучить уровень устойчивости новых сортов ярового ячменя к тёмно-бурой, сетчатой и полосатой пятнистости и выявить иммунологически-ценные для практической селекции.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования выполнены в ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2018–2019 гг. Материалом являлись 70 новых образцов из мировой коллекции ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н. И. Вавилова (ВИР), представленных образцами из РФ, стран ЕС, США и Канады, южной Америки, Австралии и др. Семена были высеяны в коллекционном питомнике на делянках площадью 2,7 м$^2$. Повторность в иммунологических исследованиях двухкратная. Объем выборки для анализа – по 30 растений каждого сорта. Мониторинг болезней проводили в динамике онтогенеза растений и нарастания грибной инфекции в биоценозе сортов. Для этого начиная с первых симптомов поражения через каждые 10–12 дней оценивали степень развития листовых пятнистостей с использованием критериев устойчивости [9]: размер и количество пятен на листе, их расположение в стеблестое (нижний и верхний ярус, поражение флагового листа). Одновременно определяли латентный период патогенеза как разницу между датой первых симптомов болезни у наиболее восприимчивого сорта и их проявлением у устойчивых сортов. В этой связи объективно оценивать сорта по уровню неспецифической устойчивости или slow rusting можно по индексу устойчивости (ИУ). По показателю ИУ генотипы условно делятся на 4 группы: 0,10–0,35 – высокоустойчивые; 0,36–0,65 – среднеустойчивые; 0,66–0,80 – слабоустойчивые; более 0,81 – восприимчивые [10].

По окончании мониторинга оценивали скорость нарастания грибной инфекции с использованием показателя ПКРБ (площадь под кривой развития болезни):

$$S = \frac{(X_1 + X_2)\cdot(t_2 - t_1)}{2} + (X_{n-1} + X_n)\cdot(t_n + t_{n-1}),$$

где $X_1$ – интенсивность развития болезни в первый учет, %;

$X_2$ – интенсивность развития болезни во второй учет, %;

$X_n$ – интенсивность развития болезни в последний учет, %;

$X_{n\text{-}1}$ – интенсивность развития болезни между последним и предпоследним учетом, %;

$t_2 - t_1$ – количество дней между первым и вторым учетом;

$t_n + t_{n\text{-}1}$ – количество дней между последним и предпоследним учетом.

Чем меньше значение ПКРБ, тем медленнее идет нарастание инфекции в биоценозе конкретного сорта. Однако абсолютные зна-

чения ПКРБ варьируют по годам из-за неоднозначного действия климатических и инфекционных факторов, и сравнение результатов ПКРБ достаточно затруднительно. Надо сказать, что годы исследований были избыточно увлажненными в период вегетации ячменя (ГТК от всходов до восковой спелости превышал 1,6). Эти факторы усиливали развитие всех гельминтоспориозных пятнистостей, а степень поражения индикаторных сортов достигала 40%. Жесткие провокационные условия позволили объективно проанализировать растительно-микробные взаимодействия в патосистемах и выявить иммунологически-ценные формы для дальнейшей селекции.

Иммунологическую характеристику образцам давали на основании уровня развития болезней [11]: иммунитет – отсутствие симптомов поражения листьев; высокая устойчивость – до15%; средняя устойчивость – до 45%; восприимчивость – до 65%; высокая восприимчивость – более 66%.

Оценка коллекционного материала проведена согласно методике [12] по основным селекционно-ценным признакам: продолжительность вегетационного периода, устойчивость к полеганию, структура продуктивности. В качестве стандарта использовали сорт Белгородский 100.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

*Мониторинг темно-бурой пятнистости.* Первые симптомы болезни на уровне 1,0–3,3% у коллекционных образцов диагностированы в фазы 29–30 по шкале Цадокса (конец кущения – начало выхода в трубку). Отсутствовали симптомы болезни в эти фазы у 16 образцов. При втором учете (фаза 37 – появление флагового листа) иммунных уже не выявлено, а 46 образцов проявили высокую устойчивость. При последующих учетах число таких форм снизилась до 37 (3-й учёт), 15 (4-й) и 11 (5-й учёт).

Оценивая коллекционные образцы в фазу 75 (молочная спелость зерна) по критериям устойчивости и показателю ПКРБ, можно выделить 11 с наилучшим состоянием признаков: Медикум 125 и Медикум 176 (Казахстан), Bear (США), Калькуль и Orthega (Германия), Makbo (Австралия), NCL 95098 (Аргентина), Бадьорый (Украина), местный к-3506 (Индия), Буян и Форвард (Россия). Степень поражения их была на уровне 10,0–13,0% при значениях ПКРБ 167–223, ИУ – 0,18–0,25. Состояние признаков у индикаторного сорта Щедрый (РФ) – 30,0% и 904 ед.

*Мониторинг сетчатой пятнистости.* Начало болезни выявлено у 11 образцов в фазу 29. В фазы 32, 51 и 55 происходило незначительное нарастание инфекции. При последнем учете (фаза 75) иммунных форм не выявлено, но часть коллекционных образцов характеризовались как высокоустойчивые и устойчивые. Среди них: Калькуль (Германия), местные сорта к-2929 и к-2930 (Китай), местный к-3506 (Индия), местный к-5983 (Афганистан), Makbo и Fitzroy (Австралия), CI 11084 (Перу), NCL 95098 (Аргентина), Сябра (Беларусь), Юкатан (Украина), Rodos (Польша), Медикум 11, Медикум 125 и Медикум 176 (Казахстан), Буян, Оленек и Форвард (Россия). Степень поражения их была на уровне 6,0–10,0%, значения ПКРБ – 53–103, ИУ – 0,18–0,35 при состоянии признаков у индикаторного сорта Sultan (Нидерланды) 22,0% и 451ед.

*Мониторинг полосатой пятнистости.* Среди гельминтоспориозов ячменя эта болезнь имеет наибольшую вредоносность, поскольку сильнопораженные растения либо не формируют генеративных органов, либо колос бесплоден. В изученном генофонде ячменя из коллекции ВИР 29 образцов не имели симптомов болезни. У других образцов доля инфицированных растений в биоценозе не превышала 5,0% при состоянии значений ПКРБ 10–75 и ИУ 0,01–0,09; у индикаторного сорта Полярный 14 (Россия) поражение в среднем составило 40%, а значение ПКРБ – 806 ед.

Таким образом, в изученной генетической коллекции ВИР выявлено 4 образца ярового ячменя, характеризующихся групповой неспецифической устойчивостью к сетчатой и

темно-бурой пятнистости и иммунитетом к полосатой: Makbo, Калькуль, Буян и Форвард. Особенностью патогенеза таких растительно-микробных взаимодействий является длительный латентный период, уменьшение количества пятен на листьях и медленное нарастание инфекции. Устойчивость генотипов контролируется, как правило, аддитивным действием многих генов, которые по отдельности не имеют заметного фенотипического эффекта.

Среди изученного генофонда наиболее продолжительным латентным периодом патогенеза темно-бурой и сетчатой пятнистости отличаются сорта, представленные на рис. 1, 2. Этот важный фактор активного иммунитета замедляет развитие патогенов и снижает инфекционную нагрузку на полевые биоценозы. Среди них сорта Бадьорый, Makbo, Rodos и Буян характеризуются равноценной динамикой развития обоих пятнистостей. Наиболее длительный латентный период темно-бурой пятнистости имел аргентинский сорт NCL 95098. Симптомы болезни у него проявились лишь на седьмой день после поражения восприимчивого сорта Щедрый. По отношению к сетчатой пятнистости относительно длинный латентный период (в среднем 11–13 суток) имели местные сорта из Афганистана (к-5983) и Китая (к-2929).

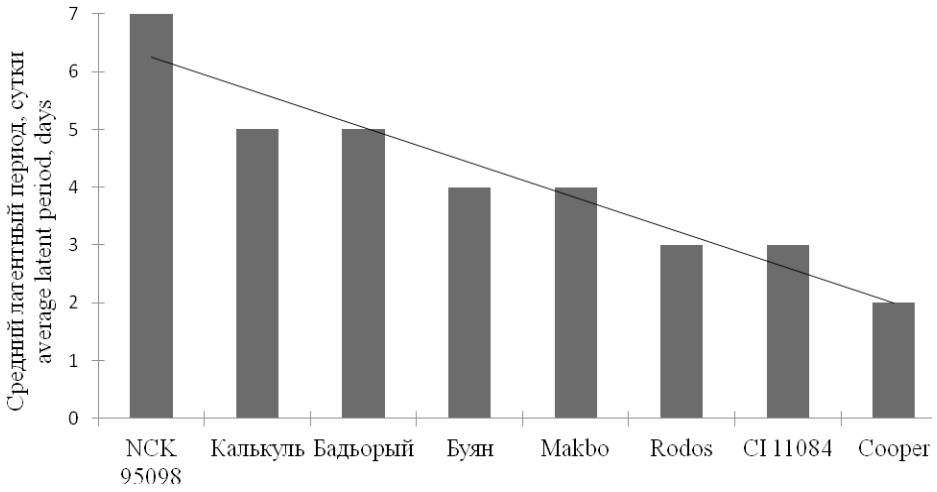



*Рис. 1.* Сорта ячменя с наиболее длительным латентным периодом темно-бурой пятнистости
Barley varieties with the longest latent dark brown spotting period

Уравнение регрессии носит линейный характер (y = -0,6071x+6,8571; $R^2$ = 0,917), на основании которого можно утверждать, что от заражения до появления первых симптомов тёмно-бурой пятнистости суточное нарастание болезни по тренду составляет 0,61%. Величина коэффициента детерминации $R^2$ = 0,917 характеризуется как сильная**.**

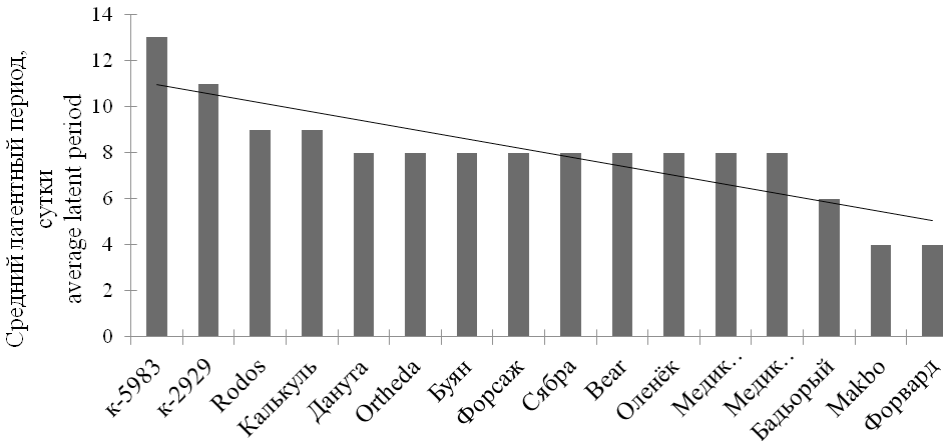



*Рис. 2.* Сорта ячменя с продолжительным латентным периодом сетчатой пятнистости
Barley varieties with long latent reticulum period

Уравнение регрессии по сетчатой пятнистости ($y = - 0,3941x+11,35$; $R^2 = 0,733$) свидетельствует, что от заражения до появления первых симптомов болезни нарастание болезни по тренду ежесуточно составляет 0,39%. Для прогнозирования временных рядов на рисунках представлена простая скользящая средняя (SMA – Simple Moving Average), которая сглаживает динамический ряд значений и позволяет точнее проследить тенденцию среднесуточного латентного периода проявления болезней. Между продолжительностью латентного периода и степенью поражения гельминтоспориозными пятнистостями установлена слабая (r = –0,33 – сетчатая) и средняя (r = –0,58 – темно-бурая) отрицательная зависимость.

Принимая во внимание тот факт, что повышение потенциала урожайности занимает доминирующее место среди селекционных целей, все исследования в конечном итоге направлены на решение этой задачи. Использовать выделенные сорта для дальнейшей селекционной работы необходимо с учетом наличия у них селекционно-ценных признаков и свойств. Перспективными для использования в селекционных программах по созданию высокоурожайных адаптивных к условиям региона являются сорта Калькуль, NCL 95098, Бадьорый и Буян. Помимо устойчивости к болезням, они выделяются количеством продуктивных стеблей на растении, длинным, хорошо озерненным колосом и, как результат, высокой продуктивностью (таблица). Форвард – сорт регенерантного происхождения [13] – отличается устойчивостью к повышенной кислотности почв.

**Характеристика перспективных для селекции сортов ячменя**
**Characteristics of the spring barley varieties effective for selection**

| Сорт | Высота, см | Продуктивная кустистость, шт. | Колос | | Масса зерна, г | | Вегетационный период, дней | Устойчивость к полеганию, баллов |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | длина, см | количество зерен, шт. | с колоса | с растения | | |
| Белгородский 100, стандарт | 53,8 | 1,70 | 6,1 | 15,9 | 0,80 | 1,17 | 76 | 9,0 |
| Форвард | 64,0 | 1,40 | 6,0 | 19,0 | 0,85 | 1,06 | 76 | 9,0 |
| Буян | 85,7 | 1,85 | 8,3 | 23,9 | 1,09 | 1,75 | 76 | 7,5 |
| Калькуль | 56,9 | 3,15 | 7,9 | 21,1 | 1,11 | 2,77 | 78 | 9,0 |
| Makbo | 60,4 | 1,25 | 5,1 | 30,6 | 0,97 | 1,11 | 75 | 5,0 |
| Бадьорый | 73,2 | 2,25 | 7,8 | 19,9 | 1,04 | 1,95 | 76 | 8,5 |
| Rodos | 55,1 | 2,40 | 5,6 | 18,5 | 0,91 | 1,75 | 76 | 9,0 |
| NCL 95098 | 61,3 | 3,50 | 6,5 | 17,3 | 0,90 | 2,13 | 76 | 9,0 |
| $НСР_{05}$ | 7,8 | 0,8 | 0,7 | 5,8 | 0,23 | 0,5 | | |

При подборе пар для скрещивания необходимо учитывать как положительные, так и отрицательные характеристики сортов. При использовании выделенных по устойчивости к болезням образцов следует принимать во внимание их слабую кустистость и низкую продуктивность (Форвард, Makbo), длину колоса (Makbo, Rodos) и склонность к полеганию (Буян, Makbo).

## ВЫВОДЫ

1. Выявленные устойчивые образцы ярового ячменя, характеризующиеся медленным нарастанием (slow rusting) гельминтоспориозных пятнистостей, могут быть использованы в селекционной практике как генетические источники.

2. Особую ценность представляют образцы, сочетающие устойчивость с другими селекционными признаками. В этом плане практический интерес представляют сорта Калькуль, NCL 95098, Бадьорый и Буян для использования в качестве комплексных источников в программах скрещиваний.

## БИОБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. *Шешегова Т.К.* Анализ фитосанитарного состояния посевов яровых зерновых культур в Кировской области (аналитический обзор) // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – № 5(48). – С. 10–14. – URL: https://doi: org/10.30766/2072-9081.2015.48.5.10–14.
2. *Mapping* of the loci controlling the resistance to Pyrenophora teres f. teres and Cochliobolus sativus in two double haploid barley populations / O.S. Afanasenko, A.V. Koziakov, P.E. Hedlay [et al.] // Russian Journal of Genetics: Applied Research. – 2015. – Vol. 5. – P. 242–253. – URL: https://doi.org/10.1134/S2079059715030028.
3. *Афанасенко О.С.* Устойчивость ячменя к гемибиотрофным патогенам // Идентифицированный генофонд растений и селекция. – СПб.: ВИР, 2005. – С. 592–609.
4. *Михайлова Л.А.* Генетика устойчивости пшеницы к бурой ржавчине // Типы устойчивости растений к болезням: материалы науч. семинара / Всерос. НИИ защиты растений, Инновационный центр защиты растений. – СПб., 2003. – С. 45–60.
5. *Poyntz B., Hyde P.M.* The expression ofresistance of wheat to Puccinia recondite // Phytopathology. – 1987. – Vol. 12. – P. 136–142.
6. *Johnson D.F., Wilcoxson R.D.* A table of areas under disease progress curves // Technical Bulletin, Texas Agriculture Experiment Station. Texas. – 1981. – Vol. 137. – P. 2–10.
7. *Создание* исходного материала овощных культур: идеи Н.И. Вавилова и современные технологии / В.Ф. Пивоваров, О.Н. Пышная, Н.А. Шмыкова, Л.К. Гуркина // Сельскохозяйственная биология. – 2012. – № 5. – С. 39–47.
8. *Баталова Г.А.* Селекция зерновых культур на иммунитет на северо-востоке европейской территории России // Зерновое хозяйство России. – 2017. – № 3. – С. 8–11.
9. *Комплексная* устойчивость отечественных и интродуцированных сортов ячменя к листовым болезням и шведской мухе в условиях Ленинградской области / А.В. Анисимова, А.Г. Семенова, И.О. Юдин, Т.Н. Радюкевич // Известия СПбГАУ. – 2017. – № 2(47). – С. 41–48.
10. *Методы* оценки и отбора исходного материала при создании сортов пшеницы, устойчивых к бурой ржавчине: метод. рекомендации / под ред. С.С. Санина. – М.:ВНИИФ, 2012. – 94 с.
11. *Методика* государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – М., 1985. – Вып. 2, ч. 2. – 230 с.
12. *Методические* указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. – СПб.: ВИР, 2012. – 63 с.
13. *Шуплецова О.Н., Щенникова И.Н.* Форвард – сорт ярового ячменя регенерантного происхождения // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 3(58). – С. 4–8.


## REFERENCES


1. Sheshegova T.K. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2015, No. 5(48), pp. 10-14, available at: https://doi: org/10.30766/2072-9081.2015.48.5.10-14. (In Russ.)
2. Afanasenko O.S., Koziakov A.V., Hedlay P.E., Lashina N.M., Anisimova A.V., Manninen O., Jalli M., Potokina E.K. Mapping of the loci controlling the resistance to Pyrenophora teres f. teres and Cochliobolus sativus in two double haploid barley populations, *Russian Journal of Genetics: Applied Research*, 2015, Vol. 5, pp. 242–253, available at: https://doi.org/10.1134/S2079059715030028.
3. Afanasenko O.S. *Identifitsirovannyi genofond rastenii i selektsiya*, St. Petersburg: VIR, 2005, pp. 592-609. (In Russ.)

4. Mikhailova L. A. *Tipy ustoichivosti rastenii k boleznyam: materialy nauchnogo seminara* (Types of resistance of plants to diseases: materials scientific. Seminar. Vseros. Research Institute of Plant Protection), Proceedings of the Conference, St. Petersburg, 2003, pp. 45-60. (In Russ.)
5. Poyntz B., Hyde P.M. The expression ofresistance of wheat to Puccinia recondita. *Phytopathology*, 1987, Vol. 12, pp. 136-142.
6. Johnson D. F., Wilcoxson R. D. A table of areas under disease progress curves. *Technical Bulletin, Texas Agriculture Experiment Station*. Texas, 1981, Vol. 137, pp. 2-10.
7. Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Shmykova N.A., Gurkina L.K. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2012, No. 5, pp. 39-47. (In Russ.)
8. Batalova G. A. *Zernovoe khozyaistvo Rossii*, 2017, No. 3, pp. 8-11. (In Russ.)
9. Anisimova A.V., Semenova A.G., Yudin I.O., Radyukevich T.N. *Izvestiya SPBGAU*, 2017, No. 2(47), pp. 41-48. (In Russ.)
10. *Metody otsenki i otbora iskhodnogo materiala pri sozdanii sortov pshenitsy, ustoychivykh k buroy rzhavchine* (Methods for evaluating and selecting the source material for creating wheat varieties resistant to brown rust), Moscow: VNIIF, 2012, 94 p.
11. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaystvennykh kul'tur* (Methods of state variety testing of agricultural crops), Moscow, 1985, Vol. 2, Part 2, 230 p.
12. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i sokhraneniyu mirovoy kollektsii yachmenya i ovsa* (Guidelines for the study and preservation of the world collection of barley and oats), St. Petersburg: VIR, 2012, 63 p. (In Russ.)
13. Shupletsova O. N., Shchennikova I. N. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2017, No. 3(58), pp. 4-8. (In Russ.)

УДК 664.617:633.13:1 925.116 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-84-96

# УРОВЕНЬ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ОМСКИХ СОРТОВ ОВСА ЯРОВОГО В КОНТРАСТНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

[1]**О.А. Юсова,** кандидат сельскохозяйственных наук
[1]**П.Н. Николаев,** кандидат сельскохозяйственных наук
[1]**В.С. Васюкевич,** кандидат сельскохозяйственных наук
[2]**Н.И. Аниськов,** доктор сельскохозяйственных наук
[2]**И.В. Сафонова,** кандидат сельскохозяйственных наук

***Ключевые слова:*** **яровой овес, содержание белка, стабильность, пластичность, адаптивность, стрессоустойчивость**

**[1] Омский аграрный научный центр, Омск, Россия**
**[2] Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург, Россия**
**E-mail: 55asc@bk.ru**

**Реферат.** ***Для регионов с ярко выраженными контрастными погодными условиями, каким является Западная Сибирь, селекция овса должна иметь ярко выраженную адаптивную направленность. Адаптивный сорт обладает экологической пластичностью, сочетает стабильно высокую продуктивность с качеством зерна. Цель исследования – многолетнее изучение набора сортов овса в условиях южной лесостепной зоны Омского региона по параметрам экологической адаптивности, вычисленным по признаку сбора белка с единицы площади. Экспериментальная часть работы проводилась в течение 2013–2018 гг. на опытных полях Омского АНЦ (южная лесостепь, г. Омск). Содержание белка в зерна овса определяли по Плешкову. В среднем за период исследований сбор белка пленчатых и голозерных сортов овса не имел существенных различий и составил 408,8 и 407,4 кг/га соответственно. Превышали стандарт по сбору белка сорта Тарский 2, Уран, Факел и Сибирский Геркулес на 14,1–71,5 кг/га в среднем за период исследований. Рассчитаны следующие параметры адаптивности: ойчивость к стрессу ($Y_{min}+Y_{max}$) компенсаторная способность ($Y_{min}+Y_{max}$)/2 по Rossielle, Hemblin; коэффициент экологической пластичности (О) по Баранскому; коэффициент вариации (V) и коэффициент выравненности (В) по Доспехову; показатель уровня стабильности сорта (ПУСС) по Нettевичу; коэффициент отзывчивости на благоприятные условия выращивания ($К_р$) по Зыкину; индекс экологической пластичности (ИЭП) по Грязнову; ко Сэффициент адаптивности (КА) по Животкову. Всесторонняя оценка сортов овса ярового с учетом меньшей суммы рангов позволила выделить следующие сорта, наиболее приспособленные к формированию высокого уровня сбора белка в условиях южной лесостепной зоны Омского региона: стандартный сорт пленчатой группы Орион, сорт Уран (сумма рангов – 37 и 36), а также стандарт голозерной группы Сибирский голозерный (сумма рангов – 72).***

# SPRING GRAIN QUALITY OF OMSK OAT VARIETIES IN THE EXTREME ENVIRONMENTAL CONDITIONS

[1] **Iusova O.A.,** Candidate of Agriculture
[1] **Nikolaev P.N.,** Candidate of Agriculture
[1] **Vasiukevich V.S.,** Candidate of Agriculture
[2] **Aniskov N.I.,** Dr. of Agricultural Sc.
[2] **Safonova I.V.,** Candidate of Agriculture

[1] **Omsk Agricultural Research Centre, Omsk, Russia**
[2] **Russian Institute of Genetic Plant Resources named after N.Vavilov, St.Petersburg, Russia**

*Keywords:* spring oat, protein concentration, stability, plasticity, adaptivity, stress resistance.

Abstract. *The authors make a case that oat selection should have profound focus in the regions with profound contrasting weather conditions such as Western Siberia is. The adaptive variety has environmental plasticity and combines stable high productivity with grain quality. The researchers study a set of varieties of oats under the conditions of the southern forest-steppe zone of the Omsk region according to the parameters of environmental adaptability, estimated on the basis of protein concentration pro a unit of land. The experimental part of the work was carried out during 2013-2018 on the experimental fields of Omsk Research Agricultural Centre (Southern Forest Steppe, Omsk). The protein concentration in the oat grains was determined according to the Pleshkov's method. On average, the protein concentration in chaffy oat and Hulless oat didn't vary significantly and was equal to 408.8 and 407.4 kg/ha, respectively. Protein concentration standard of Tarsky 2, Uran, Fakel and Sibirskiy Gerkules varieties exceeded the average by 14.1-71.5 kg/ha. The authors estimated the following adaptability parameters: stress resistance (Ymin-Ymax) and compensatory capacity (Ymin+Ymax)/2 according to Rossielle, Hemblin method; ecological plasticity coefficient (O) - according to Baransky methodics; variation coefficient (V) and equation coefficient (B) - according to Armor; the level of variety stability – according to Nettevich method; coefficient of responsiveness to favorable conditions of cultivation (Kr) - by Zykin; environmental plasticity index (EPI) - by Gryaznov; coefficient of adaptability (CA) - by Zhivotkov. A comprehensive assessment of spring oats varieties, taking into account a smaller number of ranks, identified the varieties, most adapted to high protein concentration in the southern forest-steppe zone of the Omsk region: a standard chaffy variety Orion, Uran (total ranks were 37 and 36), as well as the standard of hulless oat group which is Sibirskiy golozernyy (total ranks are 72).*

Одна из важнейших зернофуражных культур в Сибири – яровой овес, который по своей значимости занимает третье место после пшеницы и ячменя. Он имеет значение как культура разностороннего использования, важный источник растительного белка, жира и крахмала [1, 2].

В 2018 г. урожайность овса в РФ составила 17,3 ц/га, что на 11,7%, или на 2,3 ц/га, меньше показателей 2017 г. Однако за 5 лет она выросла на 5,5% (что составляет 0,9 ц/га), за 10 лет – на 1,2% (0,2 ц/га). По отношению к 1990 г. урожайность овса возросла на 16,9% (2,5 ц/га) при среднегодовой урожайности за период с 1991 по 2000 г. – 13,7 ц/га, с 2001 по 2010 г. – 15,9, с 2011 по 2018 г. – 17,0 ц/га.

Урожайность овса по ключевым регионам производителям в 2018 г.: Алтайский край – 17,1 ц/га, Красноярский край – 20,7, Новосибирская область – 17,6, Республика Башкортостан – 16,4, Тюменская область – 20,4, Кемеровская – 17,6, Омская – 17,4, Иркутская – 18,6, Республика Татарстан – 21,7, Удмуртская Республика – 18,4 ц/га [3].

Огромную роль в увеличении размеров и качества урожая играет приспособленность сорта к местным условиям. Для регионов с контрастными погодными условиями, ка-

ким является Западная Сибирь, селекция данной культуры должна иметь ярко выраженную адаптивную направленность [4]. Адаптивные, или экологически приспособленные, сорта отличаются большей устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, влияние которых зачастую предопределяет до 60–80% вариабельности урожайности. В то же время степень адаптивности зависит не только от приспособленности сорта к местным условиям, но также и от специфики экологических условий, создаваемых в агроценозе. Адаптивный сорт обладает экологической пластичностью, сочетает стабильно высокую продуктивность с качеством зерна, устойчив к различным биотическим и абиотическим стрессорам, и важнейшая задача селекции как науки на ближайшую перспективу – создание таких агроэкологических сортов [5].

В этой связи цель проведения исследования – многолетнее изучение набора сортов овса в условиях южной лесостепной зоны Омского региона по параметрам экологической адаптивности, вычисленным по признаку сбора белка с единицы площади.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальная работа проводилась в 2013–2018 гг. на опытных полях Омского АНЦ (южная лесостепь, г. Омск). Агротехника в опытах была общепринятой для Западно-Сибирского региона. Наблюдения, оценки и учеты в питомнике проводились в соответствии с методикой ВИР по изучению коллекции ячменя и овса [6]. Площадь опытной делянки составляла 10 м$^2$, повторность – четырехкратная, размещение систематическое. Семена высевали сеялкой ССФК-7 с 21 по 28 мая, норма высева – 4 млн всхожих зерен на 1 га, предшественник – зерновые (вторая культура после пара). Почва опытного участка – лугово-черноземная слабовыщелоченная с содержанием гумуса 6%, pH почвенного раствора – 6,5–6,8. Основная обработка почвы включала послеуборочное лущение стерни и зяблевую вспашку. Обработка зяби включала закрытие влаги боронованием и последующую культивацию на глубину 6–8 см.

Математическую обработку с целью выявления существенных различий проводили методом дисперсионного анализа [7].

Зерно размалывали на мельнице «Циклотек 1092». Содержание азота в зерне определяли в абсолютно сухой навеске на автоматическом анализаторе KjeltekAuto 1030 Analyzer. Коэффициент пересчета азота на белок для зерна овса составляет 5, 7 [8].

Л.А. Животков для определения пластичности рекомендует рассчитывать коэффициент адаптивности (КА) для каждого года и сорта по формуле

$$КА = (X_{ij} : \bar{X} \cdot 100, \quad (1)$$

где $X_{ij}$ – сбор белка i-го сорта в j-й год испытания, кг/га;

X – среднесортовой сбор белка за год, кг/га [9].

$$\text{Устойчивость к стрессу} = Y_{min} - Y_{max} \quad (2)$$

где $Y_{min}$ – минимальный сбор белка;

$Y_{max}$ – максимальный сбор белка.

Устойчивость к стрессу и компенсаторную способность сорта определяли по A.A. Rossielle, J. Hemblin [10] в изложении А.А. Гончаренко [11]:

$$\text{Компенсаторная способность} = (Y_{min}+Y_{max})/2 \quad (3)$$

Коэффициент экологической пластичности, по Д.И. Баранскому [11] определяется как:

$$O = \frac{\bar{M}}{\sigma}, \quad (4)$$

где O – коэффициент экологической пластичности;

$\bar{M}$ – средний сбор белка в зерне;

σ – среднее квадратическое отклонение [12].

Б.А. Доспехов для определения относительной стабильности сорта предлагает использовать коэффициент вариации:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} 100\ \%, \quad (5)$$

где V – стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности;

S – стандартное отклонение;

$\bar{x}$ – среднее арифметическое сбора белка в зерне.

В виде меры относительной стабильности сорта в некоторых случаях целесообразно, по его мнению [7], использовать показатель, дополняющий значение коэффициента вариации до 100%:

$$B = 100 - V, \quad (6)$$

где B – коэффициент выравненности;

V – коэффициент вариации признака.

Э.Д. Неттевич [13] при оценке стабильности сорта использовал показатель уровня стабильности сорта (ПУСС):

$$ПУСС = \bar{x}i \cdot L, \quad (7)$$

где $\bar{x}i$ – средний сбор белка, кг/га;

L – индекс стабильности, который рассчитывается путем деления среднего сбора белка (кг/га) на коэффициент вариации и выражается в процентах к стандарту.

Коэффициент отзывчивости на благоприятные условия выращивания ($К_р$) вычисляли по методу В.А. Зыкина [14]:

$$К_р \frac{X_{max}}{X_{min}}, \quad (8)$$

где $X_{max}$ – сбор белка в лучших условиях, кг/га;

$X_{min}$ – сбор белка в неблагоприятных условиях, кг/га.

А.А. Грязнов [15] предложил для оценки сортов определять индекс экологической пластичности (ИЭП) по формуле

$$ИЭП = \frac{УС}{СУО}, \quad (9)$$

где ИЭП – индекс экологической пластичности;

УС – сбор белка сорта, кг/га;

СУО – сбор белка, кг/га.

По данным гидрометеорологического центра (ОГМС), в черте г. Омска в период исследований с 2013 по 2018 г. сложились контрастные погодные условия (рис. 1).

Период вегетации в 2014 г. характеризовался засушливыми условиями (ГТК = 0,92), в 2015 г. – сухими и холодными (ГТК = 0,70). Достаточным увлажнением отличались периоды вегетации 2013 и 2018 гг. (ГТК = 0,99). Среднемноголетнее значение ГТК составляет 0,82, что означает засушливые условия. Период налива зерна (третья декада июля – август) характеризовался недобором количества осадков в 2014 г., а также в июле 2015 г. (13–95% к норме) что, несомненно, отразилось на качестве и крупности зерна. На этом фоне наблюдалось превышение средних температур воздуха в августе 2014 г. (+3,2°С) и недобор их в 2013 и 2018 гг. (-0,6…-4,8°С).

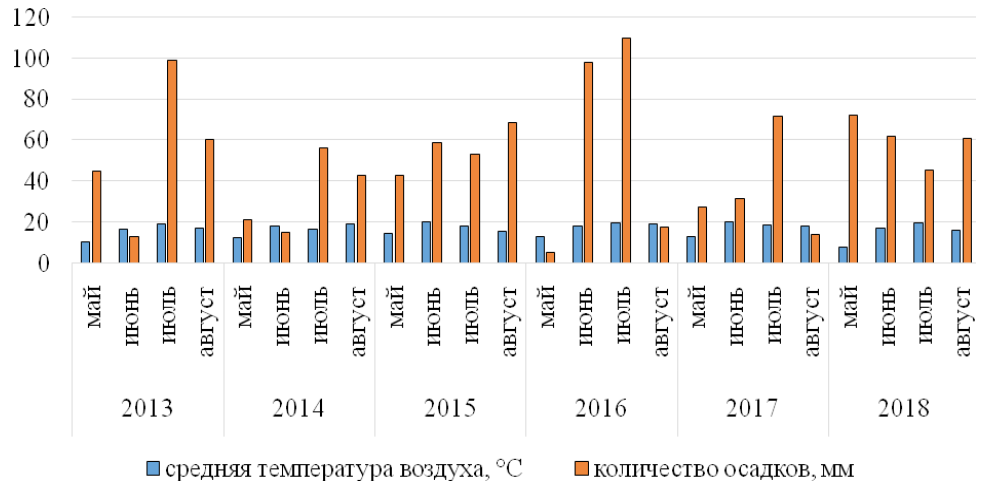



*Рис. 1.* Характеристика условий вегетационных периодов 2013–2018 гг. (Омская ГМС)
Characteristics of the conditions in vegetation periods of 2013-2018 (Omsk HMS)

Объектами исследований, результаты которых представлены в данной статье, являлись 13 сортов ярового овса, рекомендованные для возделывания в данном регионе. Из них 9 сортов пленчатой формы (стандартный сорт Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Тарский 2, Уран, Памяти Богачкова, Скакун, Факел, Сибирский Геркулес и Урал), а также 2 сорта голозерной группы (стандарт Сибирский голозерный и сорт Прогресс)

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙИ ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Перед современным кормопроизводством остро стоит вопрос дефицита белка, в связи с этим необходимо увеличивать его сбор. Однако следует заметить, что не всегда высокое содержание белка в зерне может быть определяющим при увеличении данного показателя, довольно часто этому способствует высокая урожайность [16, 17].

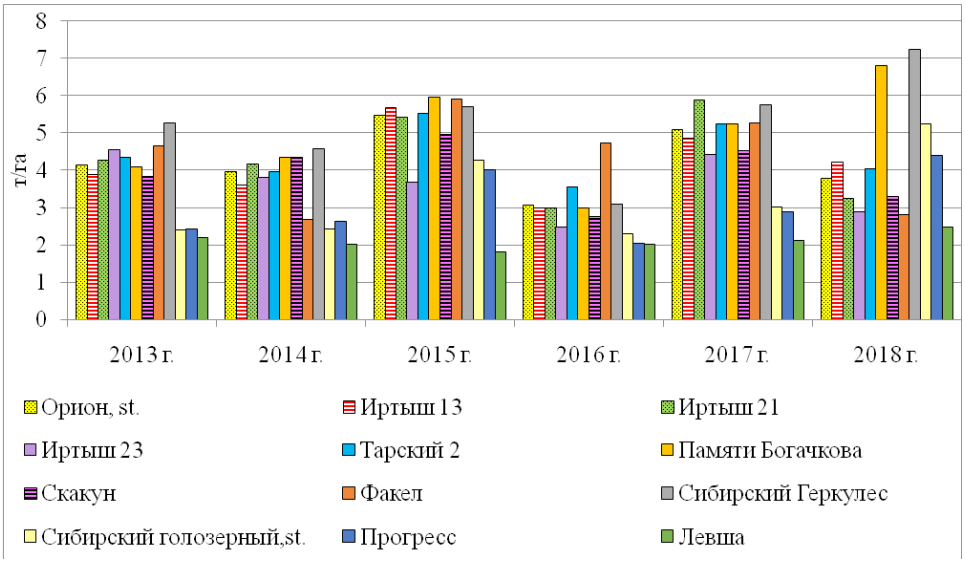



*Рис. 2.* Урожайность сортов овса
Crop yield of oat varieties

В среднем за период исследований урожайность сортов пленчатой группы составила 4,67, голозерной – 2,82 т/га (рис. 2). В пленчатой группе средняя урожайность стандартного сорта Орион отмечена на уровне 4,26 т/га (Lim = 3,08–5,47 т/га). Превышали стандарт сорта Памяти Богачкова (+ 0,64 т/га) и Сибирский Геркулес (+ 1,01 т/га). Сорт Памяти Богачкова сформировал повышенную урожайность в среднем за период исследований за счет превышения стандарта в 2014, 2015 и 2018 гг. (+0,37–3,00 т/га), сорт Сибирский Геркулес – в 2014, 2015, 2017 и 2018 гг. (+0,22–3,44 т/га).

Сорта Иртыш 13, Иртыш 21, Скакун и Факел характеризовались средней урожайностью на уровне стандарта (4,21–4,34 т/га). Данные сорта превышали стандарт только в отдельные годы: Иртыш 13 – в 2018 г. (+ 0,43 т/га), Иртыш 21 – в 2017 г. (+ 0,80 т/га), Тарский 2 – в 2016 г. (+ 0,46 т/га), Скакун – в 2014 г. (+ 0,37 т/га), Факел – в 2013, 2015 и 2016 гг. (+ 0,43–1,64 т/га.).

Сорт Иртыш 23, по урожайности в среднем уступал стандарту (-0,62 т/га).

В голозерной группе средняя урожайность стандартного сорта Сибирский голозерный отмечена на уровне 3,27 т/га (Lim = 2,30–5,24 т/га). Сорт Прогресс характеризовался урожайностью на уровне стандарта (3,07 т/га), показывая превышение только в 2014 г. (+ 0,22 т/га). Сорт Левша уступал по данному показателю стандарту как в течение всего периода исследований (-0,20–2,75 т/га), так и в среднем за 2013–2018 гг. (-2,11 т/га).

Данные, представленные в табл. 1, позволяют говорить о том, что в среднем по питомнику сбор белка за период исследований составил 408,8 и 407,4 кг/га у пленчатых и голо-

*Таблица 1*

**Характеристика сортов ярового овса по сбору белка, кг/га**
**Characteristics of spring oats varieties according to protein yield, kg/ha**

| Сорт | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | Yi | Отношение к st., ± кг/га | Ранг |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Пленчатая группа* | | | | | | | | | |
| Орион, st. | 415,1 | 360,9 | 482,6 | 338,3 | 471,4 | 332,5 | 400,1 | - | 1 |
| Иртыш 13 | 382,0 | 334,4 | 514,3 | 314,3 | 469,4 | 376,7 | 398,5 | -1,6 | 8 |
| Иртыш 21 | 395,5 | 359,9 | 459,13 | 314,8 | 518,2 | 286,2 | 389,0 | -11,2 | 9 |
| Тарский 2 | 427,0 | 360,4 | 496,6 | 357,4 | 513,7 | 330,6 | 414,2 | +14,1 | 5 |
| Уран | 399,5 | 361,4 | 486,4 | 491,8 | 519,2 | 561,2 | 469,9 | +69,8 | 3 |
| Памяти Богачкова | 421,7 | 399,7 | 533,6 | 301,1 | 498,9 | 258,9 | 402,3 | +2,2 | 6 |
| Скакун | 392,0 | 406,5 | 427,0 | 279,9 | 414,3 | 198,4 | 353,0 | -47,1 | 13 |
| Факел | 436,3 | 228,1 | 524,1 | 536,2 | 470,4 | 628,6 | 470,6 | +70,5 | 2 |
| Сибирский Геркулес | 540,6 | 409,5 | 554,9 | 313,6 | 538,5 | 472,3 | 471,6 | +71,5 | 1 |
| Урал | 442,6 | 380,8 | 394,6 | 175,5 | 480,3 | 332,5 | 367,7 | -32,4 | 11 |
| Иртыш 22 | 434,7 | 391,5 | 469,8 | 167,9 | 410,4 | 286,2 | 360,1 | -40,0 | 12 |
| Среднее по группе | 426,1 | 363,0 | 485,7 | 326,4 | 482,2 | 369,5 | 408,8 | - | - |
| *Голозерная группа* | | | | | | | | | |
| Сибирский голозерный, st. | 344,3 | 294,1 | 606,7 | 349,7 | 391,1 | 648,2 | 439,0 | - | 4 |
| Прогресс | 340,6 | 310,1 | 599,8 | 280,7 | 367,6 | 355,7 | 375,7 | -63,3 | 10 |
| Среднее по группе | 342,5 | 302,1 | 603,3 | 315,2 | 379,4 | 502,0 | 407,4 | - | - |
| Jj | +4,6 | -55,3 | +95,2 | -83,9 | +57,8 | -18,7 | - | - | - |
| $НСР_{05}$ | 12,9 | 15,2 | 14,2 | 64,2 | 24,0 | 76,2 | - | - | - |

*Примечание*. st. – стандартный сорт; Yi – среднее значение по сорту; Jj – индекс условий окружающей среды.

зерных сортов соответственно. Наиболее благоприятные условия для повышенного сбора белка наблюдались в 2015 г. (485,7 и 603,3 кг/га в группах пленчатых и голозерных соответственно) и в 2017 г. (482,2 и 379,4 кг/га) при максимально высоких по опыту индексах условий окружающей среды (Jj = +95,2 и +57,8). Очевидно, повышенной белковости зерна способствовали климатические условия периодов вегетации данных лет. Так, согласно корреляционному анализу, содержание белка прямо пропорционально сумме температур (r = 0,968) и обратно пропорционально сумме осадков (r = -0,691). Таким образом, сухие условия 2015 и 2017 гг. способствовали формированию повышенных значений исследуемого показателя.

В пленчатой группе средний сбор белка у стандартного сорта Орион отмечен на уровне 400,1 кг/га. Превышали данное значение сорта Тарский 2, Уран, Факел и Сибирский Геркулес (+14,1–71,5 кг/га).

Для получения достоверной и объективной информации об адаптивности сортов к условиям выращивания определили коэффициент адаптивности (КА) по методу Л.А. Животкова [9]. Он основан на сравнении данных по сбору белка каждого из испытуемых сортов со среднесортовым сбором белка по каждому изучаемому году. В нашем эксперименте он варьировал от 86,4% у сорта Скакун до 115,4% у сорта Сибирский Геркулес. За годы изучения 5 сортов из 13 имели коэффициент адаптивности свыше 100%. По этому показателю сорта расположились в следующей последовательности (рис. 3): Сибирский Геркулес (115,4%), Факел (115,2%), Уран (115,0%), Сибирский голозерный (107,4%), Тарский 2 (101,4%). Менее адаптивные сорта: Памяти Богачкова, Орион, Иртыш 13, Иртыш 21, Прогресс, Урал, Иртыш 22, Скакун (КА< 100 %).

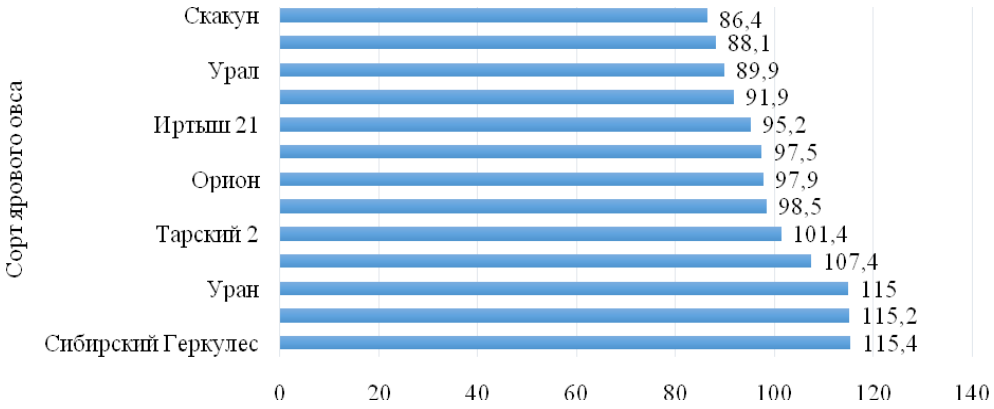



*Рис. 3.* Коэффициент адаптивности (КА) сортов овса по Животкову
Coefficient of adaptivity of oat varieties according to Zhivotkov's method

В регионах с резким характером агрометеорологических условий, и, в частности, в Западной Сибири, все большее значение приобретает экологическая устойчивость сортов. Приспособительные возможности сортов овса к стрессу определяли как разность минимального ($Y_{min}$) и максимального ($Y_{max}$) сбора белка. Показатель имеет отрицательное значение, и чем меньше разрыв между минимальным и максимальным уровнем, тем выше стрессоустойчивость сорта. Показатель стрессоустойчивости в нашем опыте варьировал от –150 кг/га у сорта Орион до -400,5 кг/га у сорта Факел (табл. 2).

По результатам исследований все изучаемые сорта подразделились на две группы:

1. С минимальным размахом, т.е. с высокой стрессоустойчивостью: Орион; Тарский 2, Иртыш 13, Уран, Скакун, Иртыш 21, Сибирский Геркулес (-150,1… -241,3 кг/га).

2. Со значительным размахом урожайности, т.е. с низкой стрессоустойчивостью: Факел, Сибирский голозерный, Прогресс, Урал, Памяти Богачкова, Иртыш 22 (-400,5…-266,8 кг/га).

Характеристику сортов по стрессоустойчивости усиливает показатель генетической гибкости сортов, который отражает средний сбор белка в контрастных (благоприятных и неблагоприятных) условиях. Высокие значения этого параметра указывают на большую гибкость сортов. В нашем опыте сорта первой (высокострессустойчивой) группы показали пониженную гибкость сортов, а сорта второй группы – повышенную. Это и позволило сформировать им больший сбор белка в более благоприятных условиях 2015 и 2017 гг.

Изначально метод экологической пластичности сортов был предложен Д.И. Баранским [12]. Внимательно наблюдая за реакцией набора сортов при различных стрессовых условиях во внешней среде, он заинтересовался неодинаковым поведением сортов. По его мнению, одни сорта сильно реагируют на изменение внешней среды, другие не чувствуют перемены последней. Поэтому показатели первых варьировали сильнее, чем вторых. Чем больше степень пластичности, тем чаще способен сорт формировать повышенный сбор белка с гектара. В нашем эксперименте наиболее пластичны сорта овса Орион, Уран, Иртыш 21, Тарский 2, Иртыш 13, Сибирский Геркулес (О = 5,0–6,6). Более стабильно формировали повышенный сбор белка сорта Сибирский голозерный, Иртыш 22, Прогресс, Урал, Факел, Памяти Богачкова и Скакун (О = 2,9–3,8).

Б.А. Доспехов [7] указал на надежность использования коэффициента вариации в качестве параметра стабильности количественных признаков. По его мнению, коэффициент вариации можно использовать при ненулевых средних значениях, а также в ситуациях, когда о размерах отклонения величины можно судить, зная ее среднее значение. Он же предлагает условную классификацию вариабельности выборки на основе коэффициента вариации: при $V \leq 10\%$ изменчивость признака слабая, при $10\% \leq V \leq 20\%$ средняя, при $V \geq 20\%$ высокая. В нашем конкурсном сорто-

*Таблица 2*

**Адаптивность и стрессоустойчивость сортов ярового овса по сбору белка, кг/га**
**Adaptivity and stress resistance of spring oats varieties according to protein yield, kg/ha**

| Сорт | Сбор белка, кг/га | | Стрессоустойчивость | | Адаптивность | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | min | max | $(Y_{min}+Y_{max})$ | $(Y_{min}+Y_{max})/2$ | O | V,% | B,% | ПУСС,% |
| *Пленчатая группа* | | | | | | | | |
| Орион, st. | 332,5 | 482,6 | -150,1 | 407,6 | 6,6 | 15,2 | 84,8 | 100,0 |
| Иртыш 13 | 314,3 | 514,3 | -200,0 | 414,3 | 5,1 | 19,5 | 80,5 | 77,6 |
| Иртыш 21 | 286,2 | 518,2 | -232,0 | 402,2 | 5,9 | 17,0 | 83,0 | 86,9 |
| Тарский 2 | 330,6 | 513,7 | -183,1 | 422,2 | 5,3 | 18,7 | 81,3 | 84,2 |
| Уран | 361,4 | 561,2 | -199,8 | 396,3 | 6,2 | 16,0 | 84,0 | 111,6 |
| Памяти Богачкова | 258,9 | 533,6 | -274,7 | 461,3 | 3,7 | 26,7 | 73,3 | 57,2 |
| Скакун | 198,4 | 427,0 | -228,6 | 312,7 | 3,8 | 26,2 | 73,8 | 51,2 |
| Факел | 228,1 | 628,6 | -400,5 | 428,0 | 3,5 | 28,8 | 71,2 | 62,0 |
| Сибирский Геркулес | 313,6 | 554,9 | -241,3 | 434,3 | 5,0 | 20,1 | 79,9 | 89,0 |
| Урал | 175,5 | 480,3 | -304,8 | 327,9 | 3,4 | 29,1 | 70,9 | 48,0 |
| Иртыш 22 | 167,9 | 434,7 | -266,8 | 301,3 | 3,2 | 31,3 | 68,7 | 43,7 |
| *Голозерная группа* | | | | | | | | |
| Сибирский голозерный | 294,1 | 648,2 | -354,1 | 471,2 | 2,9 | 34,1 | 65,9 | 48,9 |
| Прогресс | 280,7 | 599,8 | -319,1 | 440,3 | 3,3 | 30,4 | 69,9 | 46,9 |
| $S_{\bar{x}}$ | 17,4 | 18,8 | 19, 9 | 15,1 | 0,4 | 1,8 | 1,8 | 6,3 |

*Примечание* $Y_{min} - Y_{max}$ – устойчивость к стрессу; $(Y_{min}+Y_{max})/2$ – компенсаторная способность по Rossielle, Hemblin; O – коэффициент экологической пластичности по Баранскому; V – коэффициент вариации; B – коэффициент выравненности по Доспехову; ПУСС – показатель уровня стабильности сорта по Неттевичу

испытании средняя вариабельность показателя сбора белка с единицы площади наблюдалась у сортов Орион, Уран, Иртыш 21, Тарский 2, Иртыш 13, Сибирский Геркулес (V= 15,2–20,0%). Высокая вариабельность у сортов: Сибирский голозерный, Иртыш 22, Прогресс, Урал, Факел, Памяти Богачкова, Скакун (V= 26,2–34,1%). Значительная изменчивость объясняется существенным воздействием (до 50,0 %) условий выращивания [18, 19].

Коэффициент выравненности, или коэффициент агрономической стабильности, определял уровень хозяйственной ценности сорта. Приемлемыми для производства считаются сорта, у которых этот показатель превышает 70%. Этому уровню соответствовали сорта Орион, Уран, Иртыш 21, Тарский 2, Иртыш 13, Сибирский Геркулес, Скакун, Памяти Богачкова, Факел, Урал (B = 70,9–84,8%).

Показатель уровня стабильности сорта, предложенный Э.Д. Неттевичем [13], характеризует одновременно уровень и стабильность признака по отношению к стандарту и характеризует способность образца отзываться на улучшение условий выращивания, а при ухудшении поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности. Чем выше этот показатель, тем более стабилен сорт. Достоверно по сбору белка превысил стандарт Орион новый сорт Уран (ПУСС = 111,6 %). У оставшегося набора сортов показатель ПУСС варьировал от 43,7% у сорта Иртыш 22 до 86,7% у сорта Иртыш 21.

В.А. Зыкин [14] посоветовал для определения адаптивности сорта использовать коэффициент отзывчивости на условия внешней среды. Он представляет собой число, полученное от деления величины сбора белка с сортом, выращенным в благоприятной среде, на величину сбора белка с этим же сортом в неблагоприятных условиях. Чем больше разнятся эти условия, тем лучше. При $К_р$>1,0 следует считать, что сорт существенно отзывается на улучшение условий возделывания, при $К_р$ <1,0 – отрицательно, а при $К_р$ = 0 – нейтрально.

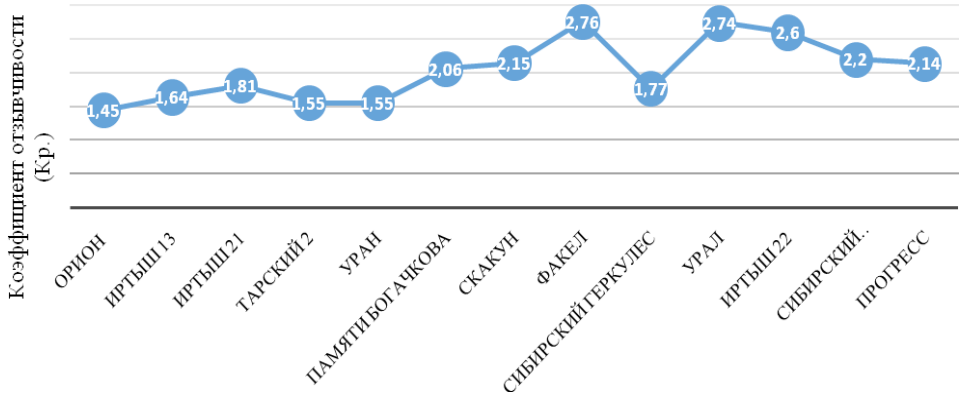



*Рис. 4.* Коэффициент отзывчивости ($К_р$) на улучшение условий выращивания сортов овса по Зыкину
Response coefficient ($К_р$) to improvement of growing conditions of oats varieties according to Zykin's method

Как видно из рис. 4, уровень величины коэффициента отзывчивости, определенный нами для набора сортов овса, варьировал от 1,45 у сорта Орион до 2,76 у сорта Факел. Все 13 изучаемых сортов положительно откликаются на улучшение выращивания, особенно Факел, Урал, Иртыш 22, Сибирский голозерный, Скакун, Прогресс, Памяти Богачкова ($К_р$ = 2,06–2,76).

Важным показателем сортов, главным образом в регионах с резким непостоянством климатических условий, является их экологическая пластичность – способность формировать высокий сбор белка с гектара в различных почвенно-климатических и агротехнических условиях. Поэтому мы провели оценку сортов в наших исследованиях, используя индекс экологической пластичности (ИЭП). Чем выше полученный результат, тем данный сорт пластичнее, а значит, более ценный при выращивании. За точку отчета принимается единица. Величина индекса данного показателя варьировала от 0,51 у сорта Скакун в 2018 г. до 1,61 у сорта Сибирский голозерный в 2018 г. Согласно данному показателю, экологической пластичностью характеризовались сорта Уран (ИЭП = 1,01–1,15), Факел, Сибирский Геркулес, Сибирский голозерный, Тарский 2 (табл. 3).

Многочисленными экспериментами доказано, что определение поведения гено-

*Таблица 3*

**Показатели индекса экологической пластичности сортов овса (ИЭП) по Грязнову**
**Indices of environmental plasticity of oats varieties (EPI) according to Gryaznov's method**

| Сорт | 2013 г. | 2014 г. | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | Среднее |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Пленчатая группа* | | | | | | | |
| Орион, st. | 1,0 | 1,02 | 0,96 | 1,04 | 1,01 | 0,85 | 0,98 |
| Иртыш 13 | 0,92 | 0,95 | 1,02 | 0,97 | 1,01 | 0,97 | 0,97 |
| Иртыш 21 | 0,96 | 1,02 | 0,91 | 0,97 | 1,11 | 0,73 | 0,95 |
| Тарский 2 | 1,03 | 1,02 | 0,99 | 1,1 | 1,10 | 0,85 | 1,01 |
| Уран | 0,97 | 1,02 | 0,96 | 1,51 | 1,11 | 1,44 | 1,15 |
| Памяти Богачкова | 1,02 | 1,13 | 1,06 | 0,92 | 1,07 | 0,66 | 0,98 |
| Скакун | 0,92 | 1,15 | 0,85 | 0,86 | 0,89 | 0,51 | 0,80 |
| Факел | 1,06 | 0,65 | 1,04 | 1,65 | 1,01 | 1,60 | 1,15 |
| Сибирский Геркулес | 1,31 | 1,66 | 1,10 | 0,97 | 1,15 | 1,21 | 1,15 |
| Урал | 1,07 | 1,08 | 0,78 | 0,54 | 1,03 | 0,85 | 0,90 |
| Иртыш 22 | 1,05 | 1,11 | 0,93 | 0,52 | 0,88 | 0,73 | 0,88 |
| *Голозерная группа* | | | | | | | |
| Сибирский голозерный | 0,83 | 0,83 | 1,20 | 1,08 | 0,84 | 1,66 | 1,07 |
| Прогресс | 0,82 | 0,88 | 1,19 | 0,86 | 0,79 | 0,91 | 0,92 |
| $S_{\bar{x}}$ | 0,03 | 0,06 | 0,03 | 0,09 | 0,03 | 0,10 | 0,03 |

*Таблица 4*

**Ранжирование сортов овса по сбору белка с единицы площади**
**Ranking of oat varieties according to protein yield from an area unit**

| Сорт | Ранг по параметрам | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | КА | $(Y_{min}+Y_{max})$ | $(Y_{min}+Y_{max})/2$ | О | V,% | В,% | ПУСС, % | $К_р$ | ИЭП |
| *Пленчатая группа* | | | | | | | | | |
| Орион, st. | 7 | 1 | 8 | 1 | 1 | 1 | 2 | 12 | 4 |
| Иртыш 13 | 8 | 3 | 7 | 5 | 5 | 5 | 6 | 10 | 5 |
| Иртыш 21 | 9 | 6 | 9 | 3 | 3 | 3 | 4 | 8 | 6 |
| Тарский 2 | 5 | 2 | 6 | 4 | 4 | 4 | 5 | 11 | 3 |
| Уран | 3 | 4 | 10 | 2 | 2 | 2 | 1 | 11 | 1 |
| Памяти Богачкова | 6 | 9 | 2 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 4 |
| Скакун | 13 | 5 | 12 | 7 | 7 | 7 | 9 | 5 | 10 |
| Факел | 2 | 13 | 5 | 9 | 9 | 9 | 7 | 1 | 1 |
| Сибирский Геркулес | 1 | 7 | 4 | 6 | 6 | 6 | 3 | 9 | 1 |
| Урал | 11 | 10 | 11 | 10 | 10 | 10 | 11 | 2 | 8 |
| Иртыш 22 | 12 | 8 | 13 | 12 | 12 | 12 | 13 | 3 | 9 |
| *Голозерная группа* | | | | | | | | | |
| Сибирский голозерный, st. | 4 | 12 | 1 | 13 | 13 | 13 | 10 | 4 | 2 |
| Прогресс | 10 | 11 | 3 | 11 | 11 | 11 | 12 | 6 | 7 |

*Примечание*. $(Y_{min}+Y_{max})$ – устойчивость к стрессу; $(Y_{min}+Y_{max})/2$ – компенсаторная способность по Rossielle, Hemblin; О – коэффициент экологической пластичности по Баранскому; V – коэффициент вариации; В – коэффициент выравненности по Доспехову; ПУСС – показатель уровня стабильности сорта по Неттевичу; $К_р$ – коэффициент отзывчивости на благоприятные условия выращивания по Зыкину; ИЭП – индекс экологической пластичности по Грязнову; КА – коэффициент адаптивности по Животкову.

типов в изменяющихся условиях внешней среды одним или двумя методами не в полной мере определяет и объективно отражает характеристику сортов. Для предотвращения такого рода проблем целесообразно располагать большим количеством показателей, оценивающих адаптивные свойства сортов. У всех значений параметра необходимо использовать ранжирование практической ценности сортов, а заключительное оценивание проводить по сумме рангов, полученных каждым сортом. В то же время необходимо подчеркнуть, что первый ранг – более высокий (табл. 4).

Всесторонняя оценка сортов овса ярового по стабильности с учетом меньшей суммы рангов позволила установить сорта, наиболее приспособленные к формированию высокого уровня сбора белка в условиях южной лесостепной зоны Омского региона (рис. 5).

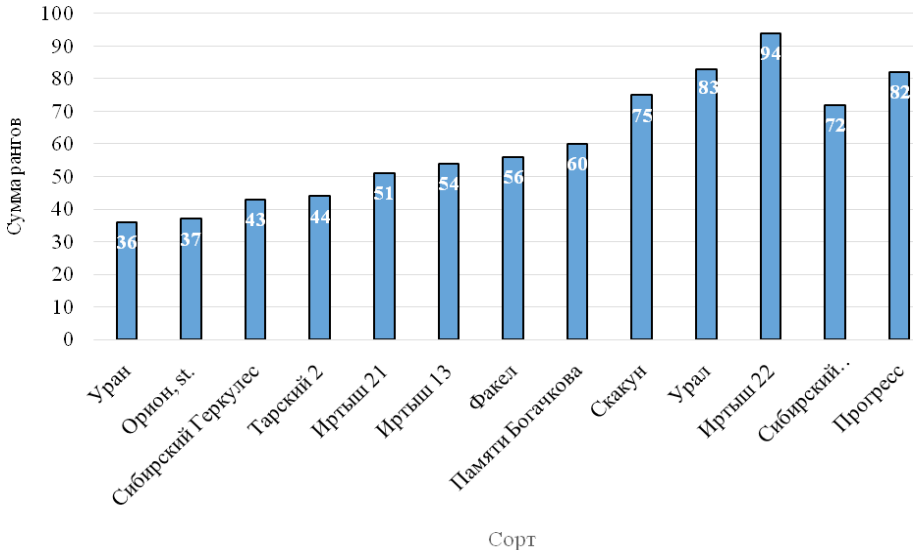



*Рис. 5.* Суммы рангов сортов ярового овса
Total ranks of spring oats varieties

К таким сортам относятся стандарт пленчатой группы Орион (сумма рангов 37), сорт Уран (сумма рангов – 36, что на уровне стандарта) и стандарт голозерной группы Сибирский голозерный (сумма рангов – 72).

## ВЫВОДЫ

1. В среднем за период исследований с 2013 по 2015 г. в условиях южной лесостепи Западной Сибири сбор белка пленчатых и голозерных сортов овса не имел существенных различий и составил 408,8 и 407,4 кг/га соответственно.

2. Превышали стандарт по сбору белка сорта Тарский 2, Уран, Факел и Сибирский Геркулес (+14,1–71,5 кг/га, в среднем за период исследований).

3. Адаптивны к условиям выращивания (по Животкову) сорта Сибирский Геркулес, Факел, Уран, Сибирский голозерный, Тарский 2 (КА = 101,4–115,4 %).

4. Повышенной стрессоустойчивостью по Rossielle и Hemblin харктеризуются сорта Орион, Тарский 2, Иртыш 13, Уран, Скакун, Иртыш 21, Сибирский Геркулес ($Y_{min} – Y_{max}$ = -150,1… -241,3 кг/га).

5. Наиболее пластичны по Баранскому, сорта овса Орион, Уран, Иртыш 21, Тарский 2, Иртыш 13, Сибирский Геркулес (О = 5,0–6,6); по Грязнову – Уран, Факел, Сибирский Геркулес, Сибирский голозерный, Тарский 2 (ИЭП = 1,01–1,15).

6. Стабильны, по Баранскому, сорта Сибирский голозерный, Иртыш 22, Прогресс, Урал, Факел, Памяти Богачкова и Скакун (О = 2,9–3,8), по Неттевичу – сорт Уран (ПУСС = 111,6 %).

7. Отзывчивы на улучшения выращивания, по Зыкину, сорта Факел, Урал, Иртыш 22, Сибирский голозерный, Скакун, Прогресс, Памяти Богачкова ($К_р$= 2,06–2,76).

8. Всесторонняя оценка сортов овса ярового с учетом меньшей суммы рангов позволила выделить следующие сорта, наиболее приспособленные к формированию высокого уровня сбора белка в условиях южной лесостепной зоны Омского региона: стандартный сорт пленчатой группы Орион, сорт Уран (сумма рангов – 37 и 36), а также стандарт голозерной группы Сибирский голозерный (сумма рангов – 72).

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. *Безгодов А.В., Ахметханов В.Ф.* Адаптивная способность сортов овса и интенсификация технологии их выращивания в условиях Среднего Урала // Научные исследования: от теории к практике: сб. материалов X Междунар. науч.-практ. конф. – Чебоксары, 2016. – Т. 1. – С. 200.
2. *Столетова З.И., Захарова В.Г., Мишенькина О.Г.* Селекция высокоурожайных, адаптивных сортов овса в Ульяновском НИИСХ // Вестник Ижевской ГСХА. – 2013. – №1 (34). – С.16–17.
3. *Агровестник*. Посевные площади, валовые сборы и урожайность ржи в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/posevnye-ploshchadi-valovye-sbory-i-urozhajnost-rzhi-v-rossii. (дата обращения: 01.05.2020).
4. *Фомина М.Н.* Урожайность пленчатых сортов овса и особенности ее формирования в условиях северной лесостепи Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 12. – С. 24–27.
5. *Баталова Г.А., Лисицын Е.М.* Селекция овса на Европейском Северо-Востоке России //Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, №1. – С. 21–24.
6. *Лоскутов И.Г., Ковалева О.Н., Блинова Е.В.* Методические указания по изучению и сохранению мировой коллекции ячменя и овса. – СПб.: Копи-Р, 2012. – 62 с.
7. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – Изд. 6-е, доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 35.
8. *Плешков Б.П.* Практикум по биохимии растений. – М.: Колос, 1976. – С. 144–148.

9. *Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И.* Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю урожайности // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
10. *Rossielle A.A., Hemblin J.* Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environvents // Crop. Sci. – 1981. – Vol. 21, N 6. – P. 27–29.
11. *Гончаренко А.А.* Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестн. РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
12. *Баранский Д.И.* Экологическая пластичность и ее роль в процесс еперерождения сортосмеси // Bigrum. селекц. Big. Одес. Крайов. С.-г. досл. ст. – 1926. – Вып. II. – С. 81–91.
13. *Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И.* Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность, урожайность и качество зерна // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1985. – №1. – С. 66–73.
14. *Зыкин В.А.* Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1984. – С. 24.
15. *Грязнов А.А.* Карабалыкский ячмень. – Кустанай: Печат. двор, 1996. – С. 448.
16. *Юсова О.А., Васюкевич С.В.* Оценка коллекционных образцов овса по продуктивности и биохимическим показателям в условиях Южной лесостепи Западной Сибири // Вестник Алтайского ГАУ. – 2014. – № 7. – С. 33–39.
17. *Николаев П.Н., Аниськов Н.А., Юсова О.А.* Пластичность, стабильность и адаптивность качества зерна сортов ярового ячменя в условиях Омской области // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2018. – №1. – С. 43–49. – DOI: 10.18286/1816-4501-2018-1-43-48.
18. *Иванова Ю.С., Фомина М.Н.*Урожайность коллекционных образцов голозерного овса в условиях северного Зауралья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – Т. 47, № 3(256). – С. 27–35.
19. *Фомина М.Н.*Урожайность пленчатых сортов овса и особенности её формирования в условиях северной лесостепи Тюменской области // Достижения науки и техники АПК. – 2016. – Т. 30, № 12. – С. 24–27.

## REFERENCES

1. Bezgodov A.V., Ahmethanov V.F. *Nauchnye issledovaniya: ot teorii k praktike: sbornik materialov X Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii* (Proceedings of the Conference). Cheboksary, 2016, No. 1, pp. 200.
2. Stoletova Z.I., Zaharova V.G., Mishen'kina O.G. *Vestnik Izhevskoj GSKHA*, 2013, No. 1, pp. 16-17
3. *Agrovestnik. Posevnye ploshchadi, valovye sbory i urozhaynost' rzhi v Rossii* (Agrarian. Sown area, gross harvest and rye productivity in Russia): https://agrovesti.net/lib/industries/cereals/posevnye-ploshchadi-valovye-sbory-i-urozhajnost-rzhi-v-rossii (05.01.2020).
4. Fomina M.N. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK*, 2016, No. 12, pp. 24-27.
5. Batalova G.A., Lisicyn E.M. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2016, No. 1, pp. 21-24.
6. Loskutov I.G., Kovaleva O.N., Blinova E.V. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu I sohraneniyu mirovoj kollekcii yachmenya I ovsa* (Methodical instructions on study and preservation of the world collection of barley and oats), Saint-Petersburg: Kopi-R, 2012, 62 P.
7. Dospehov B.A. *Metodika polevogo opyta* (Methods of field experience), Moscow: Agropromizdat, 1985, pp. 35.
8. Pleshkov B.P. *Praktikum po biohimii rastenij* (Workshop on Plant Biochemistry). Moscow: Kolos, 1976, pp. 144-148.
9. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekatueva L.I. *Selekciya I semenovodstvo*, 1994, No. 2, pp. 3-6.
10. Rossielle A.A., Hemblin J. Theoretical aspects of selection for yield in stress and non- stress environvents, *Crop. Sci*, 1981, Vol. 21, No. 6, pp. 27-29.
11. Goncharenko A.A. *Vestnik RASKHN*, 2005, No. 6, pp. 49-53.
12. Baranskij D.I. *BigrumSelekc. Biggiry Odes'koi cil'kogosidosvigoroi stancii,* 1926, No. 2, pp. 81-91.

13. Nettevich E.D., Morgunov A.I., Maksimenko M.I. *Vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 1985, No. 1, pp. 66-73.
14. Zykin V.A. *Parametry ekologicheskoj plastichnosti sel'skohozyajstvennyh rastenij, ihraschetianaliz: metodicheskie rekomendacii* (Parameters of ecological plasticity of agricultural plants, their calculation and analysis: methodological recommendations), Novosibirsk, 1984, pp. 24.
15. Gryaznov A.A. *Karabalykski jyachmen'* (Carabalyk barley). Kustanaj: Kustanajskij pechatnyj dvor, 1996, 448 P.
16. YUsova O.A., Vasyukevich S.V. *Vestnik altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2014, No. 7, pp. 33-39.
17. Nikolaev P.N., Anis'kov N.A., Yusova O.A. *Vestnik ul'yanovskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2018, No. 1, pp. 43-49. DOI:10.18286/1816-4501-2018-1-43-48.
18. Ivanova YU.S., Fomina M.N. *Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki*, 2017, No. 3 (256), pp. 27-35.
19. Fomina M.N. *Dostizheniya nauki I tekhniki APK*, 2016, No. 12, pp. 24-27.

# ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.2.034 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-97-105

## ВЛИЯНИЕ КРОВНОСТИ И ЛИНЕЙНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ НА ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ

**А.Л. Роженцов**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

**Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия**
**E-mail: feedalexey@mail.ru**

***Ключевые слова:*** **линия, кровность по голштинской породе, молочная продуктивность, черно-пестрые коровы, голштинские коровы**

**Реферат.** ***Начавшееся с 80-х гг. прошлого века прилитие крови голштинской породы в скотоводстве Республики Марий Эл в целом оказало положительное влияние на увеличение показателей молочной продуктивности черно-пестрого скота. Целью исследований являлось изучение влияния кровности по голштинской породе и принадлежности к линиям на основные показатели, характеризующие молочную продуктивность коров в ОАО «Овощевод». С повышением продуктивного возраста отмечалось увеличение живой массы коров основного стада, при этом животные были относительно некрупные. Максимальную живую массу имели коровы восьмого и девятого отелов. В среднем по стаду наибольшим удоем отличались коровы, имеющие третью законченную лактацию (6791,5 кг). Массовая доля жира в среднем была выше базисной и составила 3,71 %. Возрастание жирности молока наблюдается у коров пятой и шестой лактаций, при этом наиболее жирномолочными были дочери линий быков черно-пестрой породы. Существует прямая зависимость между удоем и степенью прилития крови по голштинской породе. Наиболее жирномолочными оказались коровы с кровностью 19%, а наименьшее содержание жира в молоке имели животные с кровностью 75%. По данным бонитировки, большинство коров стада (в том числе и коров-первотелок) принадлежат к линии Р. Соверинга. Наибольшим продуктивным долголетием отличались дочери быков линий А. Адема, Рикуса и М. Чифтейна. Наиболее обильномолочными были коровы, принадлежащие к линии М. Чифтейна. Дочери быков линий черно-пестрой породы уступали голштинизированным сверстницам в среднем на 324 кг молока. Эта особенность прослеживалась с первой по пятую лактации. В разрезе лактаций наиболее жирномолочными были коровы линий Рикуса и М. Чифтейна. С увеличением доли кровности по голштинской породе отмечалось увеличение удоя в расчете на одну корову основного стада. Так, у коров с кровностью 18,75 % в среднем по всем лактациям удой составил 6313 кг молока. Дальнейшее прилитие крови голштинских быков привело к повышению этого показателя в среднем на 4 % у коров с кровностью 25 и 37,5 % по голштинской породе.***

# INFLUENCE BLOOD SHARE AND THE LINEAR ACCESSORY ON INDEXES OF DAIRY EFFICIENCY OF COWS.

**Rozhentsov A.L.,** Candidate of Agriculture, Associate Professor

**Mariy El Republic State University, Yoshkar-Ola, Russia**

*Key words:* line, Holsteiner bloodline, milk productivity, Black-and-white cows, Holstein cows.

Abstract. *Blood inflow of Holstein breed in Mari El cattle breeding, which began in 80s of the last century, had a positive impact on the dairy productivity of Black-and-White cattle. The research explores the impact of Holstein breed bloodline and lineage on the main indicators of cows' dairy productivity in OAO Ovoshchevod. The productive age increasing, the live weight of cows in the main herd increased as well while the animals were relatively small. The cows of the eighth and ninth calves had the maximum live weight. On average, the cows with the third complete lactation (6791.5 kg) had the highest milk yield. The mass fraction of fat was on average higher than the basic fraction and was equal to 3.71%. The increase of milk fat concentration was observed in cows of the fifth and sixth lactations, with the offsprings of Black-and-White bull lines being the most fatty. There is a direct correlation between milk yield and the degree of blood flow in the Holstein breed. The fattiest milk cows were those with a blood content of 19%, while the cattle with a blood content of 75% had the lowest fat concentration in milk. According to the hospitalization data, most of the cows in the herd (including the first heifer cows) belong to the R. Sawring line. The female offsprings of Adam, Rikus and M. Chiftein bulls differed in the most productive longevity. The most abundant were cows belonging to M. Chiftein line. Female offsprings of Black-and-White bulls were inferior to the Holstein ones in average by 324 kg of milk. This feature was traced from first to fifth lactation. In the lactation section, the most fatty-milk cows of the Rikus and M. Chiftein lines were the fattest. As the share of blood in the Holstein breed increased, the milk yield per cow in the main herd increased as well. Thus, for cows with blood content of 18.75%, the average milk yield for all lactations was 6313 kg of milk. Further blood inflow of Holstein bulls led to this parameter increasing by 4% on average for cows with blood content of 25 and 37.5% for Holstein breed.*

Со второй половины XX в. в стране начались масштабные практические работы и научные исследования с целью создания новых пород и типов крупного рогатого скота [1]. В Республике Марий Эл длительное время разводилась юринская порода скота. С 1956 г. стала распространяться черно-пестрая порода, а с 1966 г. началось массовое преобразование молочного стада, которое было в основном завершено к 1989 г. Как и в целом по стране, начиная с 1983 г., стал широко использоваться генофонд голштинской породы, и к 1997 г. голштинизировано было примерно 70 % стада Республики Марий Эл.

Увеличение доли кровности по голштинской породе в целом оказывает положительное влияние на основные показатели молочной продуктивности коров, в основном за счет повышения удоя. При этом полукровные животные уже достаточно заметно отличаются по этому показателю от чистопородных черно-пестрых сверстниц, а при дальнейшем прилитии крови (до 75и 95 %) за счет использования быков-производителей голштинской породы продолжается увеличение надоев молока и улучшение его технологических свойств, повышение белковомолочности. В целом помесные коровы при хорошем уровне кормления и содержания имеют удои значительно выше, чем сверстницы исходной черно-пестрой породы. У помесей увеличивается емкость и улучшается форма молочной железы, повышается скорость выведения молока из вымени. По развитию и живой массе помеси не только не уступают сверстницам

черно-пестрой породы, но часто их превосходят. Удои помесей первого поколения на 350–500 кг выше по сравнению с коровами материнской породы [2–6].

В настоящее время в стране в целом, и Республике Марий Эл в частности, достаточно длительное время широко используются хорошо зарекомендовавшие себя быки-производители линий голштинской породы Вис Бек Айдиала 1013415, Монтвик Чифтейна 95679, Рефлекшн Соверинга 198998, Силинг Трайджун Рокита 252803 и некоторых других. По данным разных исследований, показатели молочной продуктивности коров в разрезе линий в различных хозяйствах страны незначительно отличались друг от друга и в основном превосходили дочерей быков, принадлежащих к линиям черно-пестрой породы [7–10]. Кроме того, использование быков-производителей линий голштинской породы положительно влияет на форму и размеры вымени, что важно в плане пригодности животных к машинному доению [11].

Цель исследований – изучить влияние кровности и принадлежности к линиям голштинской породы на основные показатели, характеризующие молочную продуктивность коров.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в ОАО «Овощевод» г. Йошкар-Олы. Были оценены 232 коровы с различной степенью кровности по черно-пестрой и голштинской породам и линейной принадлежностью. У животных учитывалось: индивидуальный номер, живая масса, порода и породность, кровность по черно-пестрой и голштинской породам, принадлежность к линиям, порядковый номер лактации, удой за 305 дней лактации, массовая доля жира (МДЖ, %), выход молочного жира (кг).

Кровность коров определяли с учетом кровности их родителей. Коровы основного стада представлены дочерями быков линий черно-пестрой породы Аннас Адема 30587, Блитсаерд Кеймпе 48326/43454, Рикуса 25415 и голштинской породы Вис Бек Айдиала 1013415, Монтвик Чифтейна 95679, Рефлекшн Соверинга 198998, Силинг Трайджун Рокита 252803.

Биометрическая обработка полученных данных проводилась с использованием программного модуля приложения Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам бонитировки, в стаде имелось 232 первотелки, 192 коровы имели по две законченные лактации, 141 – третьей, 74 – четвертой, 36 – пятой и 20 голов – шестой лактации. Животных более старшего возраста было намного меньше: седьмой лактации – 9, восьмой – 6 и девятой – 3 головы, т. е. в стаде отмечается достаточно большой процент ввода коров-первотелок (табл. 1).

С возрастом наблюдается четкая тенденция к увеличению живой массы коров основного стада. Коровы-первотелки имеют среднюю живую массу 468,5 кг, а в среднем по всем лактациям – 589,6 кг. Максимальная живая масса – у коров восьмого и девятого отелов ($P<0,05$).

Аналогично, с возрастом происходит увеличение удоя. Меньше всего было получено молока от коров-первотелок ($P<0,05$) по сравнению с удоем коров за седьмую-восьмую лактацию. Подобная картина наблюдалась по скорости выведения молока из вымени и по выходу молочного жира ($P<0,05$). В среднем по стаду наибольший средний удой имели коровы третьей лактации – 6791,5 кг. Самый высокий показатель коэффициента вариации имели коровы седьмой и восьмой лактаций, т. е. они обладали большей степенью изменчивости по данному признаку.

Жирность молока у исследуемого поголовья была выше базисной и составила в среднем 3,71 %. С возрастом этот показатель имеет тенденцию к увеличению. Так, наибольшее содержание жира в молоке коров наблюдается у коров пятой и шестой лактаций. Затем, с увеличением возраста, происходит снижение массовой доли жира в молоке. Соответственно у этих же коров отмечен наибольший выход молочного жира.

*Таблица 1*

**Характеристика коров по живой массе, молочной продуктивности и скорости молокоотдачи**
**Characteristics of cows by live weight, milk productivity and milk flow rate**

| Лактация | n | Min | Max | $\bar{x} + S\bar{x}$ | Cv, % |
|---|---|---|---|---|---|
| *Живая масса, кг* | | | | | |
| 1 | 232 | 420 | 598 | 468,50 ± 1,99 | 5,9 |
| 2 | 192 | 450 | 630 | 528,30 ± 2,90 | 6,6 |
| 3 | 141 | 500 | 687 | 571,60 ± 3,49 | 6,5 |
| 4 | 85 | 525 | 680 | 595,60 ± 4,30 | 6,2 |
| 5 | 36 | 530 | 650 | 603,30 ± 4,90 | 4,8 |
| 6 | 20 | 560 | 640 | 608,70 ± 5,03 | 3,7 |
| 7 | 9 | 600 | 665 | 632,40 ± 7,22 | 3,4 |
| 8 | 6 | 622 | 660 | 641,50 ± 6,00 | 2,3 |
| 9 | 3 | 650 | 660 | 656,60 ± 3,30 | 1,8 |
| *Удой за первые 305 дней лактации, кг* | | | | | |
| 1 | 232 | 3320 | 7848 | 5749,0 ± 69,5 | 16,8 |
| 2 | 192 | 4165 | 8949 | 6541,8 ± 71,9 | 13,3 |
| 3 | 141 | 4077 | 9601 | 6791,5 ± 85,7 | 13,4 |
| 4 | 85 | 4230 | 8213 | 6681,7 ± 107,1 | 13,7 |
| 5 | 36 | 5227 | 8045 | 6600,5 ± 134,2 | 12,2 |
| 6 | 20 | 4863 | 8334 | 6498,7 ± 196,5 | 13,5 |
| 7 | 9 | 5680 | 8695 | 6841,1 ± 407,2 | 17,8 |
| 8 | 6 | 5455 | 8778 | 7153,5 ± 556,7 | 19,3 |
| 9 | 3 | 5768 | 6960 | 6552,0 ± 392,1 | 10,3 |
| *Массовая доля жира (МДЖ), %* | | | | | |
| 1 | 232 | 3,48 | 4,20 | 3,720± 0,007 | 2,8 |
| 2 | 192 | 3,52 | 4,19 | 3,750± 0,009 | 3,0 |
| 3 | 141 | 3,54 | 4,06 | 3,720± 0,009 | 2,6 |
| 4 | 85 | 3,57 | 3,95 | 3,720± 0,009 | 2,1 |
| 5 | 36 | 3,62 | 3,88 | 3,750± 0,010 | 1,7 |
| 6 | 20 | 3,55 | 3,90 | 3,740 ± 0,020 | 2,4 |
| 7 | 9 | 3,69 | 3,87 | 3,700± 0,020 | 1,6 |
| 8 | 6 | 3,61 | 3,77 | 3,680± 0,020 | 1,7 |
| 9 | 3 | 3,61 | 3,71 | 3,660± 0,020 | 1,4 |
| *Количество молочного жира, кг* | | | | | |
| 1 | 232 | 133 | 289 | 215,30 ±2,40 | 15,5 |
| 2 | 192 | 222 | 330 | 242,70±3,08 | 15,4 |
| 3 | 141 | 150 | 347 | 252,80±3,04 | 12,8 |
| 4 | 85 | 171 | 312 | 249,60±3,94 | 13,5 |
| 5 | 36 | 204 | 305 | 249,60±4,79 | 11,5 |
| 6 | 20 | 205 | 300 | 244,00±6,58 | 12,0 |
| 7 | 9 | 211 | 324 | 262,50± 14,40 | 16,5 |
| 8 | 6 | 202 | 317 | 265,30± 19,40 | 17,9 |
| 9 | 3 | 212 | 259 | 240,30± 14,40 | 10,3 |
| *Скорость молоковыведения, кг/мин* | | | | | |
| 1 | 232 | 1,2 | 2,0 | 1,55 ± 0,01 | 11,1 |
| 2 | 192 | 1,3 | 2,0 | 1,62 ± 0,01 | 8,5 |
| 3 | 141 | 1,3 | 2,0 | 1,69 ± 0,01 | 7,3 |
| 4 | 85 | 1,4 | 2,0 | 1,74 ± 0,01 | 7,1 |
| 5 | 36 | 1,6 | 2,0 | 1,73 ± 0,01 | 6,1 |
| 6 | 20 | 1,6 | 2,0 | 1,76 ± 0,02 | 6,4 |
| 7 | 9 | 1,7 | 2,0 | 1,84 ± 0,03 | 6,1 |
| 8 | 6 | 1,7 | 2,0 | 1,85 ± 0,04 | 5,6 |
| 9 | 3 | 1,7 | 1,9 | 1,80 ± 0,05 | 5,5 |

Скорость молокоотдачи по всем лактациям составила в среднем 1,73 кг/мин. С возрастом этот показатель увеличивается и достигает максимума после седьмого-восьмого отелов. Наибольшая изменчивость данного признака отмечается у коров-первотелок (11,1 %).

Таким образом, из изучаемых показателей наименьшая фенотипическая изменчивость была по жирномолочности, а наибольшая по количеству молочного жира и удою.

В табл. 2 представлены данные об изменении показателей удоя за 305 дней лактации и массовой доли жира в молоке коров в зави-

*Таблица 2*

**Сравнительная характеристика коров по удою и массовой доле жира в зависимости от кровности по голштинской породе**

**Comparative characteristics of cows by milk yield and mass fraction of fat in relation to the bloodline of Holstein breed**

| Кровность, % | n | Удой, кг | | МДЖ, % | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{x} + S\bar{x}$ | Cv, % | $\bar{x} + S\bar{x}$ | Cv, % |
| *I лактация* | | | | | |
| 19 | 20 | 6170,4 ± 217,7 | 11,1 | 3,72 ± 0,03 | 2,8 |
| 25 | 40 | 5177,3 ± 140,1 | 14,8 | 3,79 ± 0,02 | 2,9 |
| 37,5 | 32 | 5978,5 ± 145,1 | 13,7 | 3,70 ± 0,01 | 2,6 |
| 50 | 68 | 5599,5 ± 127,1 | 17,2 | 3,71 ± 0,01 | 2,4 |
| 62,5 | 37 | 5928,7 ± 180,1 | 17,4 | 3,70 ± 0,01 | 2,3 |
| 75 | 20 | 6208,3 ± 221,1 | 15,9 | 3,72 ± 0,02 | 3,2 |
| 87,5 | 15 | 6293,2 ± 147,8 | 5,2 | 3,63 ± 0,02 | 1,2 |
| *II лактация* | | | | | |
| 19 | 16 | 6170,3 ± 217,7 | 12,9 | 3,73 ± 0,05 | 3,3 |
| 25 | 36 | 6254,1 ± 148,5 | 13,1 | 3,81 ± 0,02 | 3,0 |
| 37,5 | 32 | 6793,1 ± 140,9 | 10,3 | 3,76 ± 0,02 | 2,6 |
| 50 | 55 | 6496,7 ± 149,5 | 15,4 | 3,75 ± 0,01 | 2,5 |
| 62,5 | 29 | 6591,3 ± 172,2 | 12,5 | 3,71 ± 0,02 | 2,6 |
| 75 | 17 | 6810,8 ± 300,6 | 13,9 | 3,74 ± 0,04 | 3,4 |
| 87,5 | 7 | 7025,0 ± 255,0 | 5,1 | 3,66 ± 0,03 | 1,3 |
| *III лактация* | | | | | |
| 19 | 12 | 6818,8 ± 411,2 | 13,4 | 3,78 ± 0,05 | 3,2 |
| 25 | 29 | 6554,5 ± 158,3 | 13,0 | 3,78 ± 0,01 | 2,7 |
| 37,5 | 21 | 6727,5 ± 177,4 | 11,5 | 3,68 ± 0,01 | 1,8 |
| 50 | 43 | 6820,1 ± 181,0 | 15,2 | 3,70 ± 0,01 | 2,1 |
| 62,5 | 26 | 6725,6 ± 177,8 | 10,5 | 3,69 ± 0,02 | 2,7 |
| 75 | 10 | 7664,2 ± 376,0 | 12,9 | 3,62 ± 0,02 | 1,8 |
| *IV лактация* | | | | | |
| 19 | 7 | 6566,4 ± 391,3 | 13,3 | 3,81 ± 0,02 | 1,6 |
| 25 | 21 | 6750,0 ± 168,0 | 12,9 | 3,75 ± 0,01 | 1,8 |
| 37,5 | 18 | 6858,7 ± 239,5 | 11,6 | 3,69 ± 0,01 | 1,7 |
| 50 | 27 | 6525,7 ± 262,1 | 16,5 | 3,72 ± 0,02 | 2,4 |
| 62,5 | 7 | 7276,8 ± 320,8 | 11,6 | 3,66 ± 0,02 | 1,6 |
| 75 | 5 | 6806,6 ± 458,8 | 15,0 | 3,64 ± 0,04 | 2,6 |
| *V лактация* | | | | | |
| 19 | 3 | 6833,6 ± 476,9 | 12,0 | 3,71 ± 0,02 | 1,3 |
| 25 | 19 | 6753,1 ± 199,6 | 12,8 | 3,76 ± 0,01 | 1,8 |
| 37,5 | 4 | 5987,2 ± 119,1 | 13,9 | 3,69 ± 0,02 | 1,4 |
| 50 | 6 | 6414,3 ± 328,8 | 12,5 | 3,78 ± 0,03 | 2,0 |
| 62,5 | 3 | 6811,3 ± 469,9 | 11,9 | 3,69 ± 0,03 | 1,8 |
| *VI лактация* | | | | | |
| 25 | 9 | 6779,7 ± 304,4 | 13,4 | 3,72 ± 0,02 | 2,0 |
| 50 | 4 | 6936,7 ± 506,9 | 14,6 | 3,67 ± 0,02 | 1,6 |
| *VII лактация* | | | | | |
| 25 | 9 | 7324,2 ± 656,5 | 20,0 | 3,71 ± 0,01 | 1,5 |
| 50 | 3 | 6936,7 ± 506,9 | 14,6 | 3,78 ± 0,02 | 2,1 |

симости от кровности по голштинской породе и возраста.

Данные табл. 2 говорят о том, что имеется прямая зависимость удоя от степени прилития крови голштинских быков. Кроме того, на изучаемый показатель оказывает влияние и возраст животных. Коровы-первотелки с кровностью по голштинской породе 25 % отличались достоверно более низким удоем (P<0,05), но при этом были наиболее жирномолочными. Животные с кровностью 87,5 % по улучшающей породе имели максимальный удой по второй законченной лактации (P<0,01). Следует при этом отметить, что данная группа была и наименее малочисленной.

По итогам четвертой лактации наиболее жирномолочными оказались коровы с кровностью 19 %, а наименьшее содержание жира в молоке имели животные с кровностью 75% (P<0,05). Наибольшим продуктивным долголетием в стаде отличались четверть- и полукровные коровы. Животных с другой кровностью по обеим породам старше седьмой и восьмой лактации не было.

В табл. 3 представлены данные об изменении показателей удоя по последней законченной лактации и содержания жира в молоке коров в зависимости от линейной принадлежности и их возраста.

*Таблица 3*

**Сравнительная характеристика коров по удою и массовой доле жира в зависимости от линейной принадлежности**

**Comparative characteristics of cows by milk yield and mass fraction of fat in relation to the bloodline of Holstein breed**

| Линия | n | Удой, кг | | МДЖ, % | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{x} + S\bar{x}$ | Cv, % | $\bar{x} + S\bar{x}$ | Cv, % |
| *I лактация* | | | | | |
| Р. Соверинг | 104 | 6158,5 ± 92,8 | 15,1 | 3,67 ± 0,01 | 2,2 |
| М. Чифтейн | 42 | 5343,7 ± 113,1 | 13,7 | 3,75 ± 0,01 | 2,9 |
| С.Т. Рокит | 27 | 5674,1 ± 201,0 | 14,6 | 3,76 ± 0,02 | 2,2 |
| Рикус | 26 | 5165,6 ± 196,5 | 15,2 | 3,79 ± 0,01 | 1,9 |
| А. Адема | 20 | 5153,7 ± 293,5 | 18,0 | 3,77 ± 0,02 | 1,7 |
| *II лактация* | | | | | |
| Р. Соверинг | 81 | 6692,3 ± 122,7 | 13,3 | 3,68 ± 0,01 | 1,8 |
| М. Чифтейн | 40 | 6463,6 ± 131,9 | 13,9 | 3,81 ± 0,02 | 3,4 |
| С.Т. Рокит | 27 | 6644,8 ± 237,4 | 14,7 | 3,74 ± 0,02 | 2,7 |
| Рикус | 26 | 6230,5 ± 178,9 | 11,4 | 3,80 ± 0,01 | 1,6 |
| А. Адема | 18 | 6115,7 ± 318,5 | 14,7 | 3,82 ± 0,04 | 3,1 |
| *III лактация* | | | | | |
| Р. Соверинг | 40 | 6927,9 ± 122,7 | 11,8 | 3,67 ± 0,01 | 1,8 |
| М. Чифтейн | 37 | 6894,0 ± 141,2 | 12,6 | 3,71 ± 0,01 | 2,5 |
| С.Т. Рокит | 25 | 6649,3 ± 290,9 | 14,5 | 3,69 ± 0,01 | 1,7 |
| Рикус | 20 | 6258,2 ± 180,4 | 11,5 | 3,82 ± 0,02 | 2,5 |
| А. Адема | 17 | 6917,3 ± 223,0 | 9,1 | 3,78 ± 0,03 | 2,5 |
| *IV лактация* | | | | | |
| Р. Соверинг | 11 | 6571,0 ± 201,8 | 12,4 | 3,70 ± 0,06 | 3,9 |
| М. Чифтейн | 28 | 6463,6 ± 131,9 | 12,9 | 3,69 ± 0,01 | 1,4 |
| С.Т. Рокит | 15 | 6230,4 ± 395,9 | 14,2 | 3,66 ± 0,04 | 2,8 |
| Рикус | 16 | 6702,7 ± 241,8 | 14,4 | 3,75 ± 0,01 | 2,1 |
| А. Адема | 15 | 6480,0 ± 271,4 | 11,8 | 3,80 ± 0,02 | 1,6 |
| *V лактация* | | | | | |
| М. Чифтейн | 12 | 6302,4 ± 278,5 | 11,7 | 3,74 ± 0,02 | 1,9 |
| Рикус | 14 | 6578,5 ± 243,4 | 13,8 | 3,74 ± 0,01 | 1,8 |
| А. Адема | 10 | 6378,6 ± 308,2 | 10,8 | 3,69 ± 0,01 | 1,0 |
| *VI лактация* | | | | | |
| М. Чифтейн | 7 | 6607,0 ± 255,0 | 15,9 | 3,67 ± 0,02 | 1,1 |
| Рикус | 7 | 6372,4 ± 371,8 | 15,4 | 3,69 ± 0,02 | 1,8 |
| А. Адема | 6 | 6193,6 ± 155,3 | 14,3 | 3,68 ± 0,04 | 2,0 |

По данным бонитировки, большинство коров стада (в том числе и коров-первотелок) принадлежат к линии быков Р. Соверинга. Коровы-первотелки этой линии превосходили дочерей других линий в среднем на 13,4 %. Относительно немногочисленная группа коров-первотелок, относящаяся к линии Рикуса, оказалась наименее продуктивной ($P<0,05$).

Аналогичная тенденция наблюдалась и в последующие лактации, но уже в меньшей степени. Следует также отметить, что старше пятой лактации животных этой линии в стаде не было. Такая же ситуация сложилась и в отношении дочерей линии С.Т. Рокита.

В среднем по стаду максимальный возраст составляет 6 лактаций. При этом максимальный удой отмечен у коров линии М. Чифтейна. Дочери быков линий черно-пестрой породы уступали им в среднем на 324 кг молока.

Полученные данные свидетельствуют о том, что наиболее жирномолочными были дочери линий быков черно-пестрой породы. Эта особенность прослеживалась с первой по пятую лактации. В разрезе лактаций наиболее жирномолочными оказались коровы линий Рикуса и М. Чифтейна.

За счет более высокой жирномолочности у коров линии А. Адема отмечен и более высокий выход молочного жира (на 6,8 % по сравнению с другими линиями). Анализируя данные по четвертой лактации, следует обратить внимание на некоторую выравненность всех линий по изучаемому показателю (в среднем 240 кг молочного жира). По пятой и шестой лактации наибольший выход молочного жира отмечен у дочерей линии Рикуса: 251 и 236,8 кг соответственно.

Таким образом, наибольшее количество молочного жира в среднем по стаду отмечается по третьей лактации. Эта закономерность наблюдается и по слагаемым данного показателя: удой за 305 дней лактации и массовая доля жира в молоке. Наличие в стаде коров, у которых высокий удой сочетается с хорошей жирномолочностью, говорит об определенных успехах племенной работы в хозяйстве.

С увеличением доли кровности по голштинской породе отмечено повышение удоя в расчете на одну корову. Так, у коров с кровностью 19 % в среднем по всем лактациям удой составил 6313 кг молока. Дальнейшее прилитие крови голштинских быков привело к повышению этого показателя в среднем на 4 % у коров с кровностью 25 и 37,5 %. С увеличением доли кровности до 50 % по голштинской породе удой составил 6533, а до 62,5 % – 6573 кг. Более высококровные животные (75 и 62,5 %) имели удой в среднем 6824 кг.

В связи с тем, что полукровные животные составляли наибольшую долю в стаде, эффективность от их использования была более высокой.

В среднем по стаду удой коров-первотелок линий голштинской породы был выше на 9,8 %, чем у дочерей быков черно-пестрой породы. Аналогичная тенденция наблюдалась и по последующим лактациям. Так, по итогам второй лактации удой дочерей голштинских быков превышал аналогичный показатель сверстниц черно-пестрой породы на 6,5, а третьей – на 3,5 %. Однако с возрастом удой несколько выравнивается. В целом по итогам шести лактаций коровы линий голштинской породы превосходили черно-пестрых аналогов в среднем на 3,2 %.

Таким образом, результаты проведенных исследований свидетельствуют о том, что проведенная в хозяйстве работа по прилитию крови от быков голштинской породы положительно отразилась на продуктивности коров.

## ВЫВОДЫ

1. Голштинизация привела к повышению живой массы коров и удоя. Коровы-первотелки имеют живую массу 469 кг, а в среднем по всем лактациям – 590 кг. Наибольший средний удой имели коровы третьей лактации (6791,5 кг). Массовая доля жира в молоке была выше базисной и составила в среднем 3,71 %.

2. С повышением кровности происходило увеличение удоя в расчете на одну корову. Прилитие крови голштинских быков привело

к увеличению этого показателя в среднем на 4 % у коров с генотипом 25 и 37,5 %. С увеличением кровности до 50 % удой составил 6533, до 62,5 % – 6573 кг молока. От более высококровных животных (75 %) было получено в среднем 6824 кг.

3. Большинство коров стада (в том числе и коров-первотелок) принадлежат к быкам линии Р. Соверинга. Коровы этой линии в течение всех лактаций превосходили сверстниц из других линий по показателям удоя и выхода молочного жира. Наиболее жирномолочными были дочери линий быков черно-пестрой породы. Эта особенность прослеживалась с первой по пятую лактации. Наиболее жирномолочными оказались коровы линий Рикуса и М. Чифтейна.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. *Некоторые* биологические и хозяйственно полезные особенности красного скота Алтайского края разного происхождения / А.И. Желтиков, Д.С. Адушинов, О.А. Зайко, В.Н. Дементьев [и др.] // Вестник Новосибирского ГАУ. – 2019. – № 2(51). – С. 65–74.
2. *Анисимова Е.И., Гостева Е.Р., Батаргалиева А.С.* Влияние увеличения крови по голштинской породе на продуктивные качества черно-пестрого скота // Международный научно–исследовательский журнал. – 2015. – №8 (39). – С.16–18.
3. *Белозерцева С.Л., Петрухина Л.Л.* Влияние голштинизации на белковомолочность коров черно–пестрой породы // Вестник Иркутской ГСХА. – 2017. – № 81–1. – С.41–49.
4. *Генетический* вклад животных различной селекции холмогорской породы в продуктивные показатели стада / Н.И. Абрамова, Л.Н. Богорадова, Г.С. Власова, Е.В. Выморкова // Северо-Западный научно-исследовательский институт молочного и лугопастбищного хозяйства. – 2017. – № 3. – С. 2–4.
5. *Мымрин С.В., Шавшукова Н.Е.* Показатели продуктивности и продолжительности хозяйственного использования крупного рогатого скота черно-пестрой породы с разной долей кровности по улучшающей породе // Зоотехния. – 2017. – № 11. – С. 2–5.
6. *Роль* отбора и подбора при голштинизации черно–пестрого скота / А.Г. Самоделкин, С.Т. Тяпугин, С.П. Ерешин [и др.] // Молочное и мясное скотоводство. – 2017. – № 1. – С. 14–15.
7. *Гончарова Л.Н.* Молочная продуктивность и воспроизводительная способность голштинизированных коров черно–пестрой породы в зависимости от линейного происхождения // Вестник Алтайского ГАУ. – 2017. – №7. – С. 92–93.
8. *Гридин В.Ф., Гридина С.Л.* Динамика молочной продуктивности голштинизированных коров в зависимости от кровности // АПК России. – 2016. – № 2. – С. 268–272.
9. *Молочная* продуктивность голштинских коров различных линий / А.А. Мишхожев, З.М. Айсанов, Т.Т. Тарчоков, М.Г. Тлейншева // Известия Кабардино-Балкарского ГАУ им. В.М. Кокова. – 2017. – № 9. – С. 2–5.
10. *Молочная* продуктивность коров-первотелок в зависимости от генеалогической структуры в СПК «Плещицы» / И.С. Серяков, Н.В. Подскребкин, В.В. Скобелев [и др.] // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2016. – № 4. – С. 241–247.
11. *Спаркин В.Г.* Особенности вымени у голштинизированных чёрно–пёстрых коров // Зоотехния. – 2015. – № 2. – С. 15–16.


## REFERENCES


1. Zheltikov A.I., Adushinov D.S., Zajko O.A., Dement'ev V.N. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2019, No 2(51), pp. 65-74 (In Russ).
2. Anisimova E.I. *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2015, No 8(39), pp. 16-18 (In Russ).
3. Belozertseva S.L., Petrukhina L.L. *Vestnik IrGSKHA*, 2017, No 81-1, pp. 41-49 (In Russ).
4. Abramova N.I., Bogoradova L.N., Vlasova G.S., Vymorkova E.V. *Severo-Zapadnyi nauchno-issledovatel'skii institut molochnogo i lugopastbishchnogo khozyaistva*, No 3, 2017, pp. 2-4 (In Russ).
5. Mymrin S.V., Shavshukova N.E. *Zootekhniya*, 2017, No11, pp. 2-5 (In Russ).

6. Samodelkin A.G., Tyapugin S.T., Ereshin S.P. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*, 2017, No1, pp. 14-15 (In Russ).
7. Goncharova L.N. *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, No7, 2017, pp. 92-93 (In Russ).
8. Gridin V.F. *APK Rossii*, 2016, No 2, pp. 268-272 (In Russ).
9. Mishkhozhev A.A., Aisanov Z.M., Tarchokov T.T., Tleinsheva M.G.. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo GAU im. V.M. Kokova*, No 9, 2017, pp. 2-5 (In Russ).
10. Seryakov I.S., Podskrebkin N.V., Skobelev V.V., Bazylev S.E., Nadulich V.S. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*, No 4, 2016, pp. 241-247 (In Russ).
11. Sparkin V.G. *Zootekhniya*, No 2, 2015, pp. 15-16 (In Russ).

УДК 636.082 DOI:10.31677/2072-6724-2020-55-2-106-113

# ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПЛЕМЕННАЯ ЦЕННОСТЬ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

**Л.В. Холодова,** кандидат биологических наук, доцент

**Марийский государственный университет, Йошкар-Ола, Россия**
**E-mail: holodova72@gmail.com**

***Ключевые слова*: генетический потенциал, племенная ценность, быки-производители, продуктивность**

**Реферат.** ***Процесс улучшения племенных и продуктивных качеств млочного скота невозможен без отбора производителей, обладающих высоким генетическим потенциалом и племенной ценностью. В связи с этим были изучены племенная ценность и генетический потенциал производителей, биопродукция которых используется для осеменения маточного поголовья молочного скота в Республике Марий Эл. Установлено, что исследуемое поголовье быков высококлассное, принадлежит к пяти генеалогическим линиям: Вис Бэк Айдиала 1013415, Монтвик Чифтейна 95679, Рефлекшн Соверинга 198998, Силинг Трайджун Рокита 252803, Пабст Говернера 882933. Быки, получены от высокопродуктивных предков и имеют высокий генетический потенциал по удою (от 7513 до13361 кг) и массовой доле жира в молоке (от 3,87 до 4,43%). Дочери исследуемых производителей обладают достаточно высоким уровнем молочной продуктивности (удой в среднем 7017 кг, массовая доля жира – 3,94, белка – 3,08%). Установлено, что наиболее высокий уровень молочной продуктивности имели потомки быка Яса-М 462771. Их удой за первую лактацию составил 8185 кг, массовая доля жира – 3,93%, белка – 3,11%. Большинство исследуемых быков отличаются высокой племенной ценностью по всем изучаемым показателям молочной продуктивности. По удою она находилась в пределах 96,1–145,5%, по массовой доле жира – 100–101,8, белка – 98–101,6%. У 10 производителей: Артиста, Бутембо-М, Колдуна, Лексайда, Моржика, Нормана-М, Окленда-М, Саяна, Спартака, Яса-М – относительная племенная ценность по всем изучаемым показателям была выше 100%. Выявлены наиболее ценные в племенном отношении быки – Яс-М 462771 и Колдун 103.***

# GENETIC POTENTIAL AND BREEDING VALUE OF BULL PRODUCERS

**Kholodova L.V.,** Candidate of Biology, Associate Professor

**Mariy El Republic State University, Yoshkar-Ola, Russia**

*Keywords:* genetic potential, breeding value, servicing bulls, productivity.

Abstract. *The process of improving the breeding and productive qualities of dairy cattle is impossible without the selection of servicing bulls with high genetic potential and breeding value. The paper investigates the breeding value and genetic potential of servicing bulls whose bio-products are used to inseminate dairy cattle in the Republic of Mari El. The author finds out that the population of bulls is of high quality and belongs to five genealogical lines: Vis Back Aydial 1013415, Montwick Chiftein 95679, Sawring Reflex 198998, Seling Trijun Rokita 252803, Pabst Governer 882933. Bulls, obtained from highly productive ancestors and have a high genetic potential in terms of milk yield (from 7513 to 13361 kg) and mass fraction of fat in milk (from 3.87 to 4.43%). The female offsprings of the investigated servicing bulls have rather high level of milk productivity (milk yield is 7017 kg on average, mass fraction of fat*

*is 3,94, protein - 3,08%). The paper highlights that the highest level of dairy productivity was achieved by the descendants of the bull Yasa-M 462771. Their milk yield for the first lactation was 8185 kg, mass fraction of fat was 3.93%, protein concentration was 3.11%. The most part of investigated bulls have high breeding value according to all studied milk productivity parameters. According to the milk yield, it varied from 96.1 to145.5%, the mass fraction of fat – from 100 to 101.8, protein -from 98 to 101.6%. 10 servicing bulls as Artist, Butembo-M, Koldun, Leksaid, Morzhik, Norman-M, Auckland-M, Sayan, Spartak and Yasa-M have relative breeding value on all studied indicators which was above 100%. The most valuable servicing bulls were observed as Yas-M 462771 and Koldun 103.*

Основным генетическим резервом для дальнейшего совершенствования молочного скота являются быки-производители, полученные от лучших представителей породного генофонда. Генетическое улучшение молочного стада на 85–90% определяется племенной ценностью быков-производителей. В результате интенсивного использования выдающихся быков и их лучших сыновей, внуков, правнуков созданы высокопродуктивные стада в странах Северной Америки и Европы, включая Россию. Эффективность селекции определяется степенью улучшающего эффекта производителей, используемых в каждом поколении маток. При этом, как показывают исследования отечественных ученых [1–3], племенная ценность производителя складывается из ряда признаков и показателей.

Только тщательный отбор и оценка производителей по способности к передаче желательных хозяйственно полезных признаков обеспечат положительную динамику селекционно-племенной работы [4, 5].

Как свидетельствуют данные ряда авторов [6–8], определяющим фактором для получения качественного потомства являются изначальные качества быков-производителей, их генетический потенциал. Порода быка, линия, к которой он принадлежит, – все это непосредственно влияет на его характеристику как производителя. Зная эту информацию, уже можно в первом приближении предсказать, какого рода потомство можно ожидать от быка. Аналогичного мнения придерживаются А.В. Колесникова и О.А. Басонов [9], которые считают, что селекция в скотоводстве ведется преимущественно через быков-производителей, поскольку среди них проводится более строгий отбор и от каждого получают значительно большее количество потомства, чем от коровы. Поэтому в целях повышения эффективности селекции необходимо выявление быков-улучшателей по молочной продуктивности и интенсивное использование лучших из них. При отборе импортных быков также актуальна оценка их племенной ценности, при этом её определение обязательно по данным дочерей в племенных хозяйствах Российской Федерации.

А.С. Делян и М.С. Мышина [10] проанализировали итоги использования производителей с различным генетическим потенциалом. Авторами установлено, что с увеличением продуктивности матерей быков наблюдается рост продуктивности дочерей. Однако быки, полученные от более высокопродуктивных матерей, в меньшей степени передают эти качества потомству.

П.И. Зеленковым и др. [11] установлена взаимосвязь различных признаков молочной продуктивности, характеризующих племенную ценность быков-производителей. Проведенные авторами исследования позволят правильно контролировать отбор для дальнейшего использования высококачественных племенных быков голштинской породы для создания элитных стад, а также для создания планов разведения и мер по выращиванию, которые в дальнейшем должны способствовать улучшению молочных групп скота.

Таким образом, процесс улучшения племенных и продуктивных качеств молочного скота невозможен без отбора производителей, обладающих высоким генетическим потенциалом и племенной ценностью.

Цель исследований – изучение племенной ценности и генетического потенциала произ-

водителей, биопродукция которых используется для осеменения маточного поголовья молочного скота в Республике Марий Эл.

## ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований явились быки-производители (n=16) голштинской и черно-пестрой породы.

Исследования по определению племенной ценности производителей, биопродукция которых используется для осеменения маточного поголовья молочного скота в Республике Марий Эл, проводились на базе ООО «Биогенетический центр "Поволжье"».

При оценке быков была проанализирована продуктивность материнских предков за наивысшую лактацию и рассчитан генетический потенциал производителей (ГПП) по формуле

$$ГПП = (2 \cdot М+МО+ММ)/4,$$

где М – продуктивность матери быка-производителя;

МО – продуктивность матери отца быка-производителя;

ММ – продуктивность матери матери быка-производителя.

Племенную ценность производителя рассчитывали по формуле Ф.Ф. Эйснера:

$$П = (Д \cdot 100)/С,$$

где П – племенная ценность производителя;

Д – средняя продуктивность дочерей;

С – средняя продуктивность сверстниц.

Относительная племенная ценность быков рассчитывалась по формуле

$$ОПЦ=((АПЦ+В)/В) \cdot 100,$$

где АПЦ – абсолютная племенная ценность (разность между показателями дочерей и сверстниц);

В – средний показатель величины признака по стаду.

Полученные в результате исследований данные были статистически обработаны на ПЭВМ с использованием программы Microsoft Excel.

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На характеристику производителя влияет множество факторов, среди которых порода и линия, к которой он принадлежит. Как показали исследования, анализируемые быки принадлежали к четырем генеалогическим линиям: Вис Бэк Айдиала 1013415, Монтвик Чифтейна 95679, Рефлекшн Соверинга 198998, Силинг Трайджун Рокита 252803, Пабст Говернера 882933. Все исследуемые производители имели класс элита-рекорд.

Анализ генетического потенциала исследуемых производителей показал, что данный показатель по удою колебался от 7513 до 13361 кг и в среднем составил 10329 кг. Наиболее высоким генетическим потенциалом по удою обладал бык линии Рефлекшн Соверинга 198998 Норман-М 464580889. На втором месте был бык Яс-М 462771 с показателем 13015 кг (табл. 1).

По массовой доле жира (МДЖ) в молоке генетический потенциал быков находился в пределах 3,87–4,43 % и в среднем составил 4,12%. Наиболее высоким потенциалом по МДЖ среди исследуемых быков отличался Байфаль-М 346612738 линии Рефлекшн Соверинга 198998. Высокие значения по данному показателю (более 4%) имели также быки Артист – 4,36%, Бутембо-М – 4,42, Венец – 4,3, Гвидон – 4,3, Колдун – 4,19, Лексайд – 4,17, Моржик – 4,22, Норман-М – 4,37, Окленд-М – 4,19, Саян – 4,06, Яс-М – 4,14%.

Для сравнения уровня молочной продуктивности дочерей исследуемых быков были проанализированы удой, массовая доля жира и белка (МДБ) за 1 лактацию. В результате исследований было установлено, что максимальным удоем – 8185 кг обладали потомки быка Яса-М линии Монтвик Чифтейна 95679, тогда как минимальное значение данного признака – 5409 кг имели потомки быка Венца линии Бек Айдиала 1013415 (табл. 2).

*Таблица 1*

**Генетический потенциал быков**
**Genetic potential capacity of bulls**

| Кличка и номер быка | Генетический потенциал быков | |
|---|---|---|
| | по удою, кг | по МДЖ, % |
| Артист 608 | 8929 | 4,36 |
| Байфаль-М 346612738 | 12296 | 4,43 |
| Бутембо-М 364143450 | 11516 | 4,42 |
| Венец 87 | 7513 | 4,30 |
| Гвидон 717 | 8402 | 4,04 |
| Колдун 103 | 8378 | 4,19 |
| Лексайд 431724687 | 12466 | 4,17 |
| Маскарад 181 | 10041 | 3,87 |
| Мирный 3209 | 8947 | 3,89 |
| Моржик 2612 | 9604 | 4,22 |
| Норман-М 464580889 | 13361 | 4,37 |
| Окленд-М 426436885 | 12224 | 4,19 |
| Саян 2237 | 10288 | 4,06 |
| Стенд 380 | 8662 | 3,87 |
| Спартак 3889 | 10194 | 3,94 |
| Яс-М 462771 | 13015 | 4,14 |

*Таблица 2*

**Продуктивность дочерей исследуемых быков**
**Productivity of female offsprings of the investigated bulls**

| Кличка и номер быка | Количество дочерей | Удой, кг | | МДЖ,% | | МДБ,% | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | Cv,% | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | Cv,% | $\bar{X} \pm S\bar{x}$ | Cv,% |
| Артист 608 | 26 | 7017,0±92,9 | 6,2 | 3,920±0,004 | 0,4 | 3,070±0,003 | 0,4 |
| Байфаль-М 346612738 | 31 | 7542,0±181,5 | 13,4 | 3,960±0,020 | 2,5 | 3,000±0,010 | 1,5 |
| Бутембо-М 364143450 | 26 | 6481,0±170,5 | 10,8 | 3,940±0,010 | 0,8 | 3,070±0,002 | 0,3 |
| Венец 87 | 18 | 5409,0±108,6 | 8,5 | 3,970±0,030 | 2,7 | 3,100±0,020 | 3,1 |
| Гвидон 717 | 28 | 5566,0±111,2 | 10,6 | 3,910±0,020 | 2,8 | 3,050±0,020 | 2,8 |
| Колдун 103 | 42 | 7757,0±168,3 | 13,7 | 3,930±0,020 | 3,0 | 3,110±0,004 | 0,8 |
| Лексайд 431724687 | 101 | 6855,0±91,2 | 11,1 | 3,930±0,003 | 0,6 | 3,070±0,001 | 0,3 |
| Маскарад 181 | 16 | 6707,0±207,4 | 13,1 | 3,940±0,010 | 1,2 | 3,060±0,004 | 0,6 |
| Мирный 3209 | 64 | 7185,0±199,5 | 19,6 | 3,910±0,010 | 1,8 | 3,040±0,010 | 2,2 |
| Моржик 2612 | 17 | 6569,0±195,6 | 12,3 | 3,960±0,030 | 3,3 | 3,110±0,010 | 0,7 |
| Норман-М 464580889 | 88 | 6647,0±93,8 | 11,6 | 3,930±0,003 | 0,6 | 3,070±0,001 | 0,3 |
| Окленд-М 426436885 | 71 | 7167,0±75,1 | 8,8 | 3,970±0,010 | 2,4 | 3,090±0,000 | 1,2 |
| Саян 2237 | 50 | 6763,0±157,4 | 16,5 | 3,930±0,020 | 2,9 | 3,080±0,010 | 1,3 |
| Стенд 380 | 32 | 6364,0±196,4 | 16,3 | 3,930±0,010 | 1,4 | 3,060±0,010 | 2,3 |
| Спартак 3889 | 49 | 7127,0±108,4 | 10,6 | 3,980±0,020 | 4,1 | 3,100±0,010 | 1,2 |
| Яс-М 462771 | 59 | 8185,0±122,7 | 11,5 | 3,930±0,010 | 2,7 | 3,110±0,010 | 1,3 |

Разница между группами была достоверной и составила 2776 кг (P≤0,001). Дочери Яса-М превосходили по удою сверстниц, полученных от остальных быков, на 428–2776 кг (P≤0,05–0,001). Высокими удоями отличались также дочери Колдуна 103 и Байфаля-М 346612738, продуктивность которых составила соответственно 7757 кг и 7542 кг.

Анализ жирномолочности дочерей исследуемых быков позволяет сделать обоснованный вывод о том, что максимальное значение по МДЖ имеют коровы, полученные от быка Спартака 3889 линии Рефлекшн Соверинга 198998, – 3,98 %. Жирномолочность дочерей Спартака 3889 превышала аналогичный показатель у сверстниц, полученных от остальных быков, на 0,0–0,07% (P≤0,05–0,001).

В результате исследований выявлено, что самую высокую массовую долю белка в молоке – 3,11 % имеют коровы, полученные от быков Яса-М, Моржика и Колдуна, которые превосходили сверстниц, полученных от других быков, на 0,02–0,11% (P≤0,001).

Вариабельность изучаемых признаков у дочерей разных быков колебалась по удою от 6,2 до 19,6%, по МДЖ – от 0,4 до 4,1, МДБ – от 0,3 до 3,1%.

Процесс качественного совершенствования стад и пород на 70–80% зависит от выбора ценных в племенном отношении производителей и интенсивного использования лучших из них. Среди быков-производителей осуществляется генетическая оценка используемых особей и интенсивно ведется элиминация из воспроизводства худших по уровню племенной ценности.

Как показали исследования, племенная ценность быков по удою находилась в пределах 96,1-145,5%. При этом следует отметить, что только два быка: Венец и Гвидон – имели племенную ценность ниже 100% (табл. 3). Племенная ценность остальных производителей была выше 100%. Наиболее высокой племенной ценностью по удою обладал бык Яс-М – 145,5%, на втором месте со значением 137,9% был бык Колдун 103, на третьем – Байфаль-М, его племенная ценность составила 134,1%.

Племенная ценность производителей по МДЖ отличалась незначительно – от 100,0 до 101,8%. При этом следует отметить, что самую низкую ценность вновь имел Гвидон, а также Мирный. Самые высокие значения племенной ценности по МДЖ среди исследуемого поголовья показал Спартак.

*Таблица 3*

**Племенная ценность быков-производителей, %**
**Breeding value of servicing bulls, %**

| Кличка и номер быка | Племенная ценность | | |
|---|---|---|---|
| | по удою | по МДЖ | по МДБ |
| Артист 608 | 124,7 | 100,3 | 100,3 |
| Байфаль-М 346612738 | 134,1 | 101,3 | 98,0 |
| Бутембо-М 364143450 | 115,2 | 100,8 | 100,3 |
| Венец 87 | 96,1 | 101,5 | 101,3 |
| Гвидон 717 | 98,9 | 100,0 | 99,7 |
| Колдун 103 | 137,9 | 100,5 | 101,6 |
| Лексайд 431724687 | 121,8 | 100,5 | 100,3 |
| Маскарад 181 | 119,2 | 100,8 | 100,0 |
| Мирный 3209 | 127,7 | 100,0 | 99,3 |
| Моржик 2612 | 116,8 | 101,3 | 101,6 |
| Норман-М 464580889 | 118,1 | 100,5 | 100,3 |
| Окленд-М 426436885 | 127,4 | 101,5 | 101,0 |
| Саян 2237 | 120,2 | 100,5 | 100,7 |
| Стенд 380 | 113,1 | 100,5 | 100,0 |
| Спартак 3889 | 126,7 | 101,8 | 101,3 |
| Яс-М 462771 | 145,5 | 100,5 | 101,6 |

Племенная ценность производителей по МДБ колебалась от 98,0 до101,6%. Наиболее ценными оказались производители Яс-М, Колдун 103 и Моржик.

В настоящее время в странах Европы племенную ценность быков определяют по новым усовершенствованным методам, в основе которых лежит принцип относительной племенной ценности быка с учетом среднего показателя по стаду.

Как показали исследования, относительная племенная ценность быков, биопродукция которых используется для осеменения маточного поголовья молочного скота в Республике Марий Эл, колебалась по удою от 96,7 до 138,5, по массовой доле жира – от 100 до 101,8, белка – от 97,7 до 101,3% (табл. 4).

Наиболее высокими значениями относительной племенной ценности по удою (138,5%) – обладал бык Яс-М, на втором

*Таблица 4*

**Относительная племенная ценность быков, %**
**Relative breeding value of servicing bulls, %**

| Кличка и номер быка | Относительная племенная ценность | | |
|---|---|---|---|
| | по удою | по МДЖ | по МДБ |
| Артист 608 | 120,9 | 100,3 | 100,0 |
| Байфаль-М 346612738 | 128,8 | 101,3 | 97,7 |
| Бутембо-М 364143450 | 112,9 | 100,8 | 100,0 |
| Венец 87 | 96,7 | 101,5 | 101,0 |
| Гвидон 717 | 99,1 | 100,0 | 99,3 |
| Колдун 103 | 132,1 | 100,5 | 101,3 |
| Лексайд 431724687 | 118,5 | 100,5 | 100,0 |
| Маскарад 181 | 116,3 | 100,8 | 99,7 |
| Мирный 3209 | 123,5 | 100,0 | 99,0 |
| Моржик 2612 | 114,2 | 101,3 | 101,3 |
| Норман-М 464580889 | 115,4 | 100,5 | 100,0 |
| Окленд-М 426436885 | 123,2 | 101,5 | 100,7 |
| Саян 2237 | 117,1 | 100,5 | 100,3 |
| Стенд 380 | 111,1 | 100,5 | 99,7 |
| Спартак 3889 | 122,6 | 101,8 | 101,0 |
| Яс-М 462771 | 138,5 | 100,5 | 101,3 |

месте – Колдун с результатом 132,1%. По массовой доле жира самую высокую относительную племенную ценность имел Спартак, по массовой доле белка – Колдун, Моржик и Яс-М. При этом следует отметить, что у быков Артиста, Бутембо-М, Колдуна, Лексайда, Моржика, Нормана-М, Окленда-М, Саяна, Спартака, Яса-М относительная племенная ценность по всем изучаемым показателям была выше 100%.

## ВЫВОДЫ

1. Исследуемое поголовье быков высококлассное, принадлежит к четырем генеалогическим линиям черно-пестрой и голштинской породы. Быки получены от высокопродуктивных предков и имеют высокий генетический потенциал по удою (от 7513 до 13361 кг) и массовой доле жира в молоке (от 3,87 до 4,43%). Более высоким генетическим потенциалом по удою отличались быки Норман-М иЯс-М, по массовой доле жира – Байфаль-М.

2. Дочери исследуемых производителей отличаются достаточно высоким уровнем молочной продуктивности. Лучшими по обильномолочности были потомки быка Яса-М линии Монтвик Чифтейна 95679 – 8185 кг, по жирномолочности – Спартака 3889 линии Рефлекшн Соверинга 198998 (МДЖ – 3,98%), белковомолочности – Яса-М, Моржика и Колдуна (МДБ – 3,11%).

3. Большинство исследуемых быков отличаются высокой племенной ценностью по всем изучаемым показателям молочной продуктивности. У быков Артиста, Бутембо-М, Колдуна, Лексайда, Моржика, Нормана-М, Окленда-М, Саяна, Спартака, Яса-М относительная племенная ценность по всем изучаемым показателям была выше 100%.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК


1. *Индексная* оценка быков-производителей сычевской породы / Н.С. Петкевич, Ю.А. Курская, В.И. Листратенкова [и др.] // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2016. – № 4(7). – С. 13.
2. *Индексная* оценка племенных производителей сычевской и бурой швицкой пород крупного рогатого скота / Н.С. Петкевич, Н.Н. Шумейко, Д.Н. Кольцов [и др.] // Эффективное животноводство. – 2018. – № 8(147). – С. 84–86.
3. *Шендаков А.И.* Эффективность геномной оценки племенной ценности голштинских быков-производителей в сравнении с оценкой по дочерям // Вестник аграрной науки. – 2018. – № 2(71). – С. 52–61.
4. *Племенная* ценность быков-производителей черно-пестрой породы различного происхождения / Н.И. Абрамова, О.Л. Хромова, Г.С. Власова [и др.] // Зоотехния. – 2019. – № 8. – С. 2–7.
5. *Шаркаева Г.А., Шаркаев В.И.* Потенциал племенной базы импортного молочного скота в Российской Федерации // Зоотехния. – 2016. – № 1. – С. 2–4.
6. *Андрейчик А. И., Танана Л.А.* Степень реализации генетического потенциала быков-производителей РУП «Брестское племпредприятие» // Сборник научных трудов Краснодарского научного центра по зоотехнии и ветеринарии. – 2019. – Т. 8, № 2. – С. 237–242.
7. *Генетический* потенциал быков-производителей отечественных пород молочного скота Вологодской области / Н.И. Абрамова, Г.С. Власова, Л.Н. Богорадова [и др.] // АгроЗооТехника. – 2019. – Т. 2, № 3. – С. 3.
8. *Кондрашкова И.С., ЯковлеваТ.П.* Оценка племенной ценности быков чёрно-пёстрой породы приобского типа // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 1. – С. 84–92.
9. *Колесникова А.В., Басонов О.А.* Степень использования генетического потенциала голштинских быков-производителей различной селекции // Зоотехния. – 2017. – № 1. – С. 10–12.
10. *Делян А.С., Мышина М.С.* Влияние генетического потенциала быков-производителей на молочную продуктивность коров-дочерей // Вестник российского государственного аграрного заочного университета. – 2014. – № 17. – С. 33–37.
11. *Выявление* взаимосвязи признаков молочной продуктивности дочерей голштинских быков, оцененных по качеству потомства / П.И. Зеленков, А.П. Пахомов, А.П. Зеленков [и др.] // Вестник Чеченского государственного университета. – 2017. – № 4 (28). – С. 19–23.


## REFERENCES


1. Petkevich N.S., Kurskaya Yu.A., Listratenkova V.I. et al., *Elektronnyi nauchno-metodicheskii zhurnal Omskogo GAU*, 2016, No. 4(7), pp. 13. (In Russ.)
2. Petkevich N.S., Shumeiko N.N., Kol'tsov D.N. et al., *Effektivnoe zhivotnovodstvo*, 2018, No. 8(147), pp. 84-86. (In Russ.)
3. Shendakov A.I., *Vestnik agrarnoi nauki*, 2018, No. 2(71), pp. 52-61. (In Russ.)
4. Abramova N.I., Khromova O.L., Vlasova G.S. et al., *Zootekhniya*, 2019, No. 8, pp. 2-7. (In Russ.)
5. Sharkaeva G.A., Sharkaev V.I., *Zootekhniya*, 2016, No. 1, pp. 2–4. (In Russ.)
6. Andreichik A.I., Tanana L.A., *Sbornik nauchnykh trudov Krasnodarskogo nauchnogo tsentra po zootekhnii i veterinarii,* 2019, Vol. 8, No. 2, pp. 237-242.(InRuss.)
7. Abramova N.I., Vlasova G.S., Bogoradova L.N. et al., *AgroZooTekhnika*, 2019, Vol. 2, No. 3. pp. 3. (In Russ.)

8. Kondrashkova I.S., Yakovleva T.P., *Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, pp. 84-92. (In Russ.)
9. Kolesnikova A.V., Basonov O.A., *Zootekhniya*, 2017, No. 1, pp. 10-12. (In Russ.)
10. Delyan A.S., Myshina M.S., *Vestnik rossiiskogo gosudarstvennogo agrarnogo zaochnogo universiteta*, 2014, No. 17, pp. 33-37. (In Russ.)
11. Zelenkov P.I., Pakhomov A.P., Zelenkov A.P. et al., *Vestnik Chechenskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2017, No. 4 (28), pp. 19-23. (In Russ.)

# К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

## Требования к статьям, предоставляемым для опубликования в журнале «Вестник НГАУ»

1. Статьи, предоставляемые в редакцию журнала, должны содержать статистически обработанные результаты научных исследований, имеющих теоретическое и практическое значение для аграрной науки и практики.
2. Публикация обязательно должна быть подписана всеми ее авторами, а также научным руководителем.
3. Размер статей должен быть не менее 10 и не более 15 страниц (в обзорных статьях 20-25 страниц).
4. Авторы предоставляют (одновременно):

– два экземпляра статьи в печатном виде без рукописных вставок на одной стороне листа формата А4;
– текст печатается шрифтом Times New Roman, кегль 14, интервал строк 1,5. В названии файла указываются фамилия, имя, отчество автора, полное название статьи;
– электронный вариант статьи в формате DOC, RTF;
– фото, иллюстрации;
– реферат (на русском и английском языках), УДК;
– сведения об авторах (анкета): ФИО, должность, ученое звание, степень, место работы; телефоны: рабочий, мобильный, домашний адрес; e-mail;
– таблицы, графики и рисунки предоставляются в формате Word, Excel с возможностью редактирования.

5. Порядок оформления статьи: УДК; название статьи (полужирными прописными буквами не более 70 знаков); инициалы и фамилия автора (авторов), ученая степень и звание; полное название научного учреждения, в котором проведены исследования; e-mail; 5–10 ключевых слов; реферат (аннотация) 1 500 – 2 000 знаков на русском и английском языке; текст статьи; библиографический список; транслитерация библиографического списка.
6. Примерный план статьи, предоставляемой для опубликования:

– вводная часть (2 500 – 3 000 знаков): постановка проблемы, цель исследования;
– объекты и методы исследований (условия, методы исследования, описание объекта, место и дата проведения исследования);
– результаты исследования и их обсуждение;
– выводы;
– библиографический список и его транслитерация.

7. Библиографический список (не менее 10 и не более 15 источников; для обзорных статей – не менее 30) оформляется в порядке цитирования с указанием в тексте ссылки с номером в квадратных скобках по ГОСТ Р 7.0.5–2008. Литература дается на тех языках, на которых она издана.
8. Если рукопись оформлена не в соответствии с данными требованиями, то она возвращается автору для доработки. Датой сдачи статьи считается день получения редакцией ее окончательного варианта.
9. Все рукописи перед публикацией в журнале проходят проверку кураторами разделов, по результатам которой редколлегия принимает решение о целесообразности их публикации в журнале. В случае отказа в публикации редакция отправляет автору мотивированное обоснование отказа.