

ISSN 2072-6724

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

ВЕСТНИК НГАУ



**НОВОСИБИРСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

№ 1(62)/2022

ISSN 2072-6724

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE RUSSIAN FEDERATION

VESTNIK NGAU



**NOVOSIBIRSK STATE
AGRARIAN UNIVERSITY**

№ 1(62)/2022

NOVOSIBIRSK 2022

ВЕСТНИК НГАУ

Новосибирский
государственный
аграрный
университет

Научный журнал

№ 1(62)2022

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
29.01.2009.

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. 106
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)

Буджапов 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. кафедры растениеводства и кормопроизводства ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Гамзиков Г.П. – д-р биол. наук, акад. РАН, гл. науч. сотрудник НИЧ ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ (Новосибирск, Россия)

Главендечик 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 агrobiотехнологий 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 Будевеице, Чехия)

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

Магер С.Н. – д-р биол. 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.*

Редактор *Коробкова Т.К.*

Компьютерная верстка *Зверев А.Е.*

Переводчик *Рюмкина И.Н.*

Дата выхода в свет 31 марта 2022 г. Свободная цена.
Формат 60 × 84 1/8. Объем 11,5 уч.-изд. л. Бумага офсетная.
Гарнитура «Times New Roman». Заказ № 2345.

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

VESTNIK NSAU

**Novosibirsk
State
Agrarian
University**

Scientific journal

No. 1(62)2022

**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
29.01.2009.**

**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 106
VESTNIK NSAU
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 Botany and Landscape Architecture at Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Galeev R.R. – Dr. of Agricultural Sc., Professor 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, Chief Research Fellow at the Department of Science and Research of Novosibirsk State Agrarian University (Novosibirsk, Russia)

Glavendekich M.M. – Dr. of 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)

Zhuchaeu 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 Biological 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. of 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: Zverev A.E.

Translator: Ryumkina. I.N.

Date of publication 31 March 2022. Free price.

Size is 60 × 84¹/₈. Volume contains 11,5 publ. sheets. Offset paper is used.

Typeface “Times New Roman” is used. Order no. 2345.

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

СОДЕРЖАНИЕ

АГРОНОМИЯ

- Альберт М.А., Галеев Р.Р., Ковалев Е.А.** Эффективность применения Гуминатрина на зерновых культурах лесостепи Новосибирского Приобья.....7
- Елисеев С.Л., Ренёв Е.А., Бояршинова Е.В.** Формирование элементов продуктивности растений льна масличного сорта Уральский в условиях Среднего Предуралья.....14
- Захарова О.А., Черкасов О.В., Евсенкин К.Н.** Микробиологическая индикация мелиорированных торфяных почв.....23
- Кашеваров Н.И., Полищук А.А., Лебедев А.Н., Понамарева В.И., Хазов М.В.** Приемы ухода при возделывании различных по скороспелости гибридов кукурузы на зерно в условиях лесостепной зоны Западной Сибири.....31
- Кожухова Е.В., Орешникова О.П.** Продолжительность вегетационного периода коллекционных образцов гороха в Восточной Сибири.....37
- Масленникова В.С., Цветкова В.П., Нерсесян С.М., Бедарева Е.В., Калмыкова Г.В., Дубовский И.М., Литвина Л.А.** Влияние инокуляции клубней картофеля бактериями рода *Vasillus* на популяцию ризосферных микроорганизмов.....46
- Мусинов К.К., Лихенко И.Е., Сурначёв А.С.** Оценка исходного материала озимой мягкой пшеницы по показателям адаптивности в условиях лесостепи Новосибирской области.....56
- Петрук В.А., Вотяков А.О.** Растительные сукцессии естественных лугов при коренном улучшении в южной лесостепи Западной Сибири.....67
- Торопова Е.Ю., Сухомлинов В.Ю., Кириченко А.А., Пискарев В.В.** Паразитирование *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. в системе органов сортов яровой пшеницы в северной лесостепи Приобья.76
- Тюрюков А.Г., Филиппов К.В.** Улучшение деградированных сенокосов лесостепи Приобья.....88

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

- Багно О.А., Шевченко С.А., Шевченко А.И., Прохоров О.Н., Березина А.С.** Эффективность использования экстракта крапивы двудомной при выращивании цыплят-бройлеров.....97
- Злепкин В.А., Чучунов В.А., Радзиевский Е.Б., Коноблеи Т.В., Горбунов А.В.** Получение медопыльцевого продукта в условиях пасек.....110

CONTENTS

AGRONOMY

Albert M.A., Galeev R.R., Kovalev E.A. Effectiveness of Huminatrin application on grain crops in the forest-steppe of Novosibirsk Priobye region.....	7
Eliseev S.L., Renyov E.A., Boyarshinova E.V. Formation of productivity elements of variety "Uralsky" of oil flax plants in the conditions of Middle Pre-Urals.....	14
Zakharova O.A., Cherkasova O.V., Evsenkin K.N. Microbiological indication of reclaimed peat soils.....	23
Kashevarov N.I., Polishchuk A.A., Lebedev A.N., Ponamareva V.I., Khazov M.V. Care methods for the cultivation of maize hybrids with different early maturity in the forest-steppe zone of Western Siberia.....	31
Kozhukhova E.V., Oreshnikova O.P. Duration of the vegetation period of pea collection specimens in the Eastern Siberia.....	37
Maslennikova V.S., Tsvetkova V.P., Nersesyan S.M., Bedareva E.V., Kalmykova G.V., Dubovskiy I.M., Litvina L.A. Effect of inoculation of potato tubers with Bacillus bacteria on the population of rhizosphere microorganisms.....	46
Musinov K.K., Likhenco I.E., Surnachyov A.S. Evaluation of initial material of winter soft wheat in terms of adaptability in the forest-steppe conditions of Novosibirsk region.....	56
Petruk V.A., Votyakov A.O. Plant succession of natural grasslands under radical improvement in the southern forest-steppe of the Western Siberia.....	67
Toropova E.Y., Sukhomlinov V.Y., Kirichenko A.A., Piskaryov V.V. Parasitization of Bipolaris sorokiniana Sacc. Shoem. in the organ system of spring wheat varieties in the northern forest-steppe of Priobye region.....	76
Tiuriukov A.G., Filippov K.V. Improvement of degraded hayfields in the forest-steppe of the Priobye region.....	88

VETERINARY AND ANIMAL SCIENCE

Bagno O.A., Schevchenko S.A., Schevchenko A.I., Prokhorov O.N., Berezina A.S. Effectiveness of using of nettle extract in raising broiler chickens.....	97
Zlepkin V.A., Chuchunov V.A., Radzievskiy E.B., Konobley T.V., Gorbunova A.V. The obtaining a honey pollen product in apiaries.	110

АГРОНОМИЯ

УДК 633.16 : 631.583

DOI:10.31677/2072-6724-2022-62-1-7-13

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ГУМИНАТРИНА НА ЗЕРНОВЫХ
КУЛЬТУРАХ ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОГО ПРИОБЬЯ

М.А. Альберт, главный агроном ЗАО племзавод
«Ирмень», соискатель

Р.Р. Галеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Е.А. Ковалев, аспирант

Новосибирский государственный аграрный универси-
тет, Новосибирск, Россия

E-mail: rastniev@mail.ru

Ключевые слова: сорт, биоудо-
брение, рост и развитие, урожай-
ность, структура урожая, каче-
ство зерна

Реферат. *В настоящее время особое значение имеет дальнейшее повышение урожайности и качества зерновых культур в экспериментальных условиях Западной Сибири. Особое значение имеет изыскание новых эффективных регуляторов роста и биоудобрений, способствующих повышению экологической пластичности, устойчивости к стресс-факторам внешней среды и вредным организмам. Цель работы – изучение влияния нового биоудобрения Гуминатрин на особенности роста и развития, урожайность и качество зерновых культур в аспекте повышения продуктивности посевов в северной лесостепи Новосибирского Приобья. Опытная работа осуществлялась на полях ЗАО племзавод «Ирмень» Ордынского района Новосибирской области. Установлено, что Гуминатрин (смесь микроэлементов и бактерий) при обработке земли до посева в дозе 2 л/т с расходом рабочей жидкости 10 л/т и в период вегетации в фазы кущения и колошения в дозе 1,5 л/га (300 л/га) обеспечивало повышение параметров площади листьев на двух сортах пшеницы на 23% и ярового ячменя на 34%. Показано, что на фоне Гуминатрина у обоих сортов пшеницы и сорта ярового ячменя Биом достоверно повышалась урожайность – в среднем на 22%. На фоне Гуминатрина увеличивалось количество продуктивных стеблей – до 408 мг/м², количество зерен в колосе – до 32 шт., масса 1000 зерен – до 40,86 г, а также содержание клейковины – до 34%; индекс деформации клейковины составил около 96. При этом отмечено снижение поражения растений бурой ржавчиной до 28% при 47% в контроле (вода). Формирование высокого урожая двух сортов яровой мягкой пшеницы и сорта ярового ячменя на фоне использования Гуминатрина обусловлено такими показателями, как масса 1000 зерен, масса зерна с растения и число зерен в колосе.*

EFFECTIVENESS OF HUMINATRIN USING ON GRAIN CROPS IN THE FOREST-STEPPE OF NOVOSIBIRSK PRIOBYE REGION

M.A. Albert, Leading agronomist JCS livestock breeding farm «Irmén», Doctoral candidate

R.R. Galeev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

E.A. Kovalev, postgraduate student

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Keywords: variety, biofertilizer, growth and development, yield, yield structure, grain quality.

Abstract. *At present, it is of particular importance to further increase the yield and quality of grain crops under experimental conditions in Western Siberia. Of special meaning is finding new effective growth regulators and bio-fertilizers that promote ecological plasticity, resistance to environmental stressors and pests. The work aims to study the influence of the new biofertilizer Huminatrin on growth and development features, yield and quality of grain crops under conditions of increasing crop productivity in the northern forest-steppe of the Novosibirsk Priobye region. Experimental field was on the fields of JSC “Irmén” livestock breeding farm in Ordynsky district of Novosibirsk region. The authors determined that Huminatrin (a mixture of micronutrients and bacteria) provides an increase in leaf surface parameters in two varieties of wheat by 23% and in spring barley by 34%. The authors treated soil with Huminatrin before sowing in a dose of 2 l/t at operating-liquid flow rate of 10 l/t and during the growing season in the phases of tillering and earing in a dose of 1.5 l/ha (300 l/ha). It was shown that both wheat varieties and spring barley variety “Biom” significantly increased the yield on the background of Huminatrin. On average, the yield increased by 22%. When using Huminatrin, the authors observed an increase in the number of productive stems (up to 408 mg/m²), the number of grains in the ear (up to 32 pcs), weight of 1000 grains (up to 40.86 g). There was also an increase in gluten content - up to 34%; gluten deformation index was about 96. In addition, the authors note the reduction of plant infestation by brown rust to 28% against 47% in the control (water). Indicators such as weight of 1000 grains, weight of grains per plant, the number of grains in the ear form the quality of the crop. Application of Huminatrin allows to achieve high yield quality of two varieties: spring soft wheat and spring barley.*

Зерновые культуры являются ведущим звеном растениеводства Западной Сибири. Технология их возделывания основывается на использовании высокоурожайных сортов интенсивного типа, размещении посевов по оптимальным предшественникам, обеспечении растений элементами питания под планируемый урожай при разных почвенных условиях, дифференцированной обработке почвы, использовании интегрированной защиты растений от вредных организмов, своевременном выполнении всего комплекса агротехнологий [1–4]. В процессе возделывания зерновых культур учитываются биологические особенности и основные требования к условиям произрастания [5–7]. Актуальной про-

блемой при этом остается стабилизация производства зерна в разные годы при различных погодных условиях [8–11]. Использование и внедрение инновационных технологий обеспечивает возможность получения высоких урожаев, способствующих устойчивому ведению зернового производства [12, 13].

Применение минеральных удобрений, в частности, таких как Гуминатрин с микроэлементами и бактериальным комплексом, способствует оптимизации баланса питательных веществ в почве [14, 15]. В целях нейтрализации последствий загрязнения почвы применяют препараты на основе гуминовых кислот и агробактерий [16].

Оптимизация минерального питания и микробиологического статуса почвы при системном подходе является условием высокой продуктивности и стабильности зернового комплекса, повышения качества продукции и экспортного потенциала современного растениеводства страны.

Цель исследования – изучение влияния нового стимулятора роста (биоудобрения) Гуминатрин на основе микроэлементов и комплекса бактерий на особенности роста и развития, урожайность и качество зерновых культур в северной лесостепи Новосибирского Приобья.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты проводились в 2019–2021 гг. на полях ЗАО Племзавод «Ирмень» Ордынского района Новосибирской области. Почвенный покров опытного участка – чернозем выщелоченной среднегумусный. Содержание гумуса в пахотном слое – 5,8–6,7%, с глубиной его количество уменьшается. В метровом слое гумуса содержится 400–450 м³/га.

Метеорологические условия в период проведения исследований сложились благоприятно для роста и развития зерновых культур. Имело место нормальное увлажнение почвы до установления снежного покрова. В зимний период осадков выпало на 58–61% больше среднесезонного количества, в весенний период количество осадков было выше нормы в 1,9 раза.

Вместе с тем в июне выпало осадков лишь 33% от нормы в 2019 г. и 67% – в 2021 г., тогда как в другие месяцы вегетационного периода – больше нормы. Температура воздуха в течение вегетационного периода в целом была близка к норме в 2019 г. и на 1–3°С выше нормы в 2020 г.

Опыты закладывали в четырёхкратной повторности, общая площадь делянки составила 526 м², учетная – 480 м². В качестве кон-

троля использовали орошение водой. В качестве средств химизации применялся Диален-супер в фазе кущения 0,6 л/га с расходом рабочей жидкости 300 л/га.

В опытных вариантах использовали биоудобрение Гуминатрин путем обработки семян – 2 л/т с расходом рабочей жидкости 10 л/т и опрыскивали посевы в период вегетации (фазы кущения и колошения) – 1,5 л/га с расходом раствора 300 л/га.

В исследованиях применяли сорта мягкой яровой пшеницы Новосибирская 29 и Омская 36 и ярового ячменя Биом. Оценка продуктивности проводилась по методике Госсортсети, статистическая обработка данных – по Б.А. Доспехову [17] с использованием пакета прикладных программ по О.Д. Сорокину [18].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследования, проведенные в 2019–2021 гг. на выщелоченном черноземе северной лесостепи Новосибирского Приобья, свидетельствует об эффективности применения биоудобрения Гуминатрин.

Показано, что опрыскивание посевов яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя, а также обработка семян Гуминатрином перед посевом увеличивают параметры площади листьев. Максимальные значения площади листьев были отмечены в фазу колошения в варианте двукратного опрыскивания Гуминатрином. У обоих сортов яровой пшеницы – Новосибирская 29 и Омская 36 площадь листьев при опрыскивании их Гуминатрином 1,5 л/га с расходом рабочей жидкости 300 л/га повышалась в среднем на 23%. У ярового ячменя Биом повышение составило 34% (табл. 1).

Таблица 1

Фотосинтетические параметры растений зерновых культур в зависимости от применения биоудобрения Гуминатрин (среднее за 2019–2021 гг.)
Photosynthetic parameters of cereal crops depending on the using of Huminatrin biofertilizer (average for 2019-2021)

Вариант	Площадь листьев, тыс. м ² /га, по фазам развития				
	кущение	выход в трубку	колошение	молочная спелость	восковая спелость
<i>Яровая пшеница Новосибирская 29 / Омская 36</i>					
Контроль (вода)	14,3/13,2	22,1/20,8	27,8/25,8	20,1/18,3	10,8/10,2
Обработка семян Гуминатрином 2 л/т	16,8/14,6	25,4/23,6	31,2/24,4	22,6/19,8	12,9/11,3
Опрыскивание Гуминатрином 1,5 л/га кущение	17,2/16,4	26,8/26,2	33,2/31,6	23,8/23,0	13,6/13,0
колошение	17,0/16,0	26,4/25,6	32,4/30,8	23,4/22,9	13,4/12,9
кущение + колошение	18,9/17,5	28,6/27,0	36,5/34,9	24,2/23,5	14,3/13,8
<i>Яровой ячмень Биом</i>					
Контроль (вода)	11,8	14,6	16,8	14,5	8,9
Обработка семян Гуминатрином 2 л/т	13,6	16,8	22,4	16,8	10,5
Опрыскивание Гуминатрином 1,5л/га кущение	14,2	17,5	24,6	15,7	10,8
колошение	14,1	18,1	24,3	16,5	10,5
кущение+колошение	15,0	23,2	27,2	23,0	10,8
НСР _{0,5}	0,24	0,32	0,41	0,11	0,15

В производственном испытании отмечено, что применение Гуминатрина двукратно в фазе кущения и колошения на сорте яровой пшеницы Новосибирская 29 способствовало увеличению массы 1000 зерен и достоверно

повышало урожайность – на 13% при более высоком качестве продукции (повышение содержания клейковины на 1,2% и индекса деформации клейковины на 1,4%). Показано значительное снижение поражения растений бурой ржавчиной – в 1,7 раза (табл. 2).

Таблица 2

Эффективность применения Гуминатрина в производственном испытании на полях яровой мягкой пшеницы Новосибирская 29 ЗАО Племзавод «Ирмень» (2021 г.)
Effectiveness of Huminatrin using in the production on the experimental fields of spring wheat variety “Novosibirskaya 29” of JSC Livestock Breeding Farm “Irmens” (2021).

Вариант	Количество продуктивных стеблей, шт/м ²	Количество зерен в колосе, шт.	Масса 1000 зерен, г	Клейковина, %	ИДК	Урожайность, т/га	Прибавка, т/га	Развитие листовой бурой ржавчины, %
Поле № 1 (контроль)	356	31	40,76	32,8	94,3	50,0	-	47
Поле № 2 с применением Гуминатрина	408	32	40,86	34,0	95,7	56,5	6,5	28
НСР _{0,5}	2,75							

Применение Гуминатрина увеличивало число зерен в колосе как у сортов яровой пшеницы, так и ячменя. При этом возрастали масса зерна в колосе, масса 1000 зерен, число колосков в колосе и устойчивость к полеганию.

Использование Гуминатрина увеличивало на 21% урожайность сортов яровой пшеницы и на 23% у ячменя сорта Биом при более высоком содержании белка в зерне (табл. 3).

Таблица 3

Основные хозяйственно-ценные признаки изучаемых сортов яровой мягкой пшеницы и ярового ячменя в зависимости от применения Гуминатрина (среднее за 2019–2021 гг.)

The main economic-useful valuable traits of the studied varieties of spring soft wheat and spring barley depending on the using of Huminatrin (average for 2019-2021)

Культура, сорт	Урожайность, т/га	Число зерен в колосе, шт.	Масса зерна в колосе, г	Масса 1000 зерен, г	Число колосков в колосе, шт.	Устойчивость к полеганию, баллов	Содержание белка в зерне, %
<i>Контроль</i>							
Яровая пшеница Новосибирская 29	48,4	32	1,56	43	32	8	13,38
Омская 36	45,3	35	1,43	41	30	8	13,26
Яровой ячмень Биом	42,6	25	1,24	42	27	8	11,32
<i>Гуминатрин</i>							
Яровая пшеница Новосибирская 29	55,9	34	1,68	46	34	9	13,76
Омская 36	54,8	37	1,65	44	32	9	13,68
Яровой ячмень Биом	51,9	28	1,36	43	30	9	11,54
НСР _{0,5}	0,75						

ВЫВОДЫ

1. В условиях выщелоченного чернозема использование нового биоудобрения Гуминатрин при обработке семян 2 л/т с расходом рабочей жидкости 10 л/т и опрыскивании посевов в период вегетации (фазы кущения и колошения) 1,5 л/га (300 л/га) усиливало темпы роста и развития сортов яровой мягкой пшеницы Новосибирская 29 и Омская

36 и ярового ячменя сорта Биом и повышало показатели площади листьев у пшеницы на 23% и ярового ячменя на 34%.

2. Отмечено повышение урожайности изучаемых сортов яровой пшеницы и ярового ячменя в среднем на 22%.

3. Использование комплексного биоудобрения Гуминатрин оказало иммунокорректирующее действие и снижало отрицательное влияние внешней среды.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пактеева А.М. Яровая пшеница в Поволжье. – Саратов: Кн. изд-во, 2014. – 207 с.
2. Лапа В.В. Система удобрения ячменя в интенсивном земледелии / под ред. В.В. Лапа, И.М. Боцевич, Е.М. Лимактова. – Минск, 1992. – 24 с.
3. Беляков Н.И. Ячмень в интенсивном земледелии. – М.: Росагропромиздат, 1990. – 176 с.
4. Пакунь В.Н. Технологические приемы интенсивного возделывания озимой ржи и ярового ячменя в лесостепи Кузнецкой котловины: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Барнаул, 2009. – 34 с.
5. Лагуш Т.Ф. Урожай и качество зерна сортов овса при интенсивной технологии возделывания в условиях Предкарпатя: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Львов, 1991. – 19 с.

6. *Галеев Р.Р., Кирьяков В.П.* Особенности производства зерновых культур в адаптивном земледелии Западной Сибири. – Новосибирск: Ритм, 2006. – 232 с.
7. *Галеев Р.Р., Мартенков Н.М.* Интенсификация производства зерновых культур в Западной Сибири. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2010. – 169 с.
8. *Галеев Р.Р., Симонов В.М.* Производство зерновых культур в степной зоне Кулунды. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2012. – 109 с.
9. *Державин Л.М.* Роль химизации земледелия в модернизации сельского хозяйства России // АПК: экономика, управление. – 2011. – № 7. – С. 33–37.
10. *Державин Л.М.* Рекомендации по проектированию интегрированного применения средств химизации в энергосберегающих агротехнологиях возделывания яровых зерновых культур при модернизации зернового хозяйства. – М.: ВНИИА, 2012. – 56 с.
11. *Дмитриева К.И., Галеев Р.Р.* Особенности интенсивной технологии возделывания зерновых культур в Забайкалье. – Чита: Кн. изд-во, 2017. – 153 с.
12. *Чичкин А.П.* Система удобрений и воспроизводство плодородия обыкновенных черноземов Заволжья. – М., 2009. – 257 с.
13. *Киришен П.М.* Яровая пшеница в интенсивном земледелии. – Киров: Кн. изд-во, 2015. – 132 с.
14. *Kutzian J.* The Koros culture / *Dissertationes Pannonicae...* [Bdpst]. –1944-1947. – Т. 1-2, ser. 2, № 23. – P. 177.
15. *Массон В.М.* Средняя Азия и Древний Восток. – М.; Л., 1964. – С. 148.
16. *Farinella Z., Morale M.C.* Stimulation of cell division in mouse fibroblast line 3T3 by an extract from *Triticum vulgare* // *Int. J. Tiss. Reac.* – 1986. – Vol. 8. – P. 33.
17. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
18. *Сорокин О.Д.* Прикладная статистика на компьютере. – Новосибирск, 2004. – 162 с.

REFERENCES

1. *Pakteleeva A.M., Yarovaya pshenitsa v Povolzh'e* (Spring wheat in the Volga region), Saratov: Кн. изд-во, 2014, 207 p.
2. *Lapa V.V., Sistema udobreniya yachmenya v intensivnom zemledelii* (Barley fertilization system in intensive farming), Minsk, 1992, 24 p.
3. *Belyakov N.I., Yachmen' v intensivnom zemledelii* (Barley in intensive farming), Moscow: Rosagropromizdat, 1990, 176 p.
4. *Pakun' V.N. Tekhnologicheskie priemy intensivnogo vozdelevaniya ozimoy rzhi i yarovogo yachmenya v lesostepi Kuznetskoy kotloviny* (Technological methods of intensive cultivation of winter rye and spring barley in the forest-steppe of the Kuznetsk basin), Extended abstract of Doctor's thesis, Barnaul, 2009, 34 p.
5. *Lagush T.F., Urozhay i kachestvo zerna sortov ovsa pri intensivnoy tekhnologii vozdelevaniya v usloviyakh Predkarpat'ya* (Yield and grain quality of oat varieties with intensive cultivation technology in Ciscarpathia), Extended abstract of candidate's thesis, L'vov, 1991, 19 p.
6. *Galeev R.R., Kir'yakov V.P., Osobennosti proizvodstva zernovykh kul'tur v adaptivnom zemledelii Zapadnoy Sibiri* (Features of the production of grain crops in adaptive agriculture in Western Siberia), Novosibirsk: Ritm, 2006, 232 p.
7. *Galeev R.R., Martenkov N.M., Intensifikatsiya proizvodstva zernovykh kul'tur v Zapadnoy Sibiri* (Intensification of grain production in Western Siberia), Novosibirsk: Агро-Сибир', 2010, 169 p.
8. *Galeev R.R., Simonov V.M., Proizvodstvo zernovykh kul'tur v stepnoy zone Kulundy* (Production of grain crops in the steppe zone of Kulunda), Novosibirsk: Агро-Сибир', 2012, 109 p.

9. Derzhavin L.M., *APK: ekonomika, upravlenie*, 2011, No. 7, pp. 33–37.
10. Derzhavin L.M., *Rekomendatsii po proektirovaniyu integrirovannogo primeneniya sredstv khimicheskoy zashchity v energosberegayushchikh agrotekhnologiyakh vozdeystviya yarovykh zernovykh kul'tur pri modernizatsii zernovogo khozyaystva* (Recommendations for the design of the integrated use of chemicals in energy-saving agricultural technologies for the cultivation of spring grain crops in the modernization of grain farming), Moscow: VNIIA, 2012, 56 p.
11. Dmitrieva K.I., Galeev R.R., *Osobennosti intensivnoy tekhnologii vozdeystviya zernovykh kul'tur v Zabaykal'e* (Features of intensive technology of cultivation of grain crops in Transbaikalia), Chita: Kn. izd-vo, 2017, 153 p.
12. Chichkin A.P., *Sistema udobreniy i vosproizvodstvo plodorodiya obyknovennykh chernozemov Zavolzh'ya* (Fertilizer system and fertility reproduction of ordinary chernozems of the Trans-Volga region), Moscow, 2009, 257 p.
13. Kirshen P.M., *Yarovaya pshenitsa v intensivnom zemledelii* (Spring wheat in intensive farming), Kirov: Kn. izd-vo, 2015, 132 p.
14. Kutzian J. The Koros culture, *Dissertationes Pannonicae...* [Bdps], 1944-1947, T. 1-2, ser. 2, No. 23, pp. 177.
15. Masson V.M., *Srednyaya Aziya i Drevniy Vostok* (Central Asia and the Ancient East), M.; L., 1964, pp. 148.
16. Farinella Z., Morale M.C., Stimulation of cell division in mouse fibroblast line 3T3 by an extract from *Triticum vulgare*, *Int. J. Tiss. Reac*, 1986, Vol. 8, P. 33.
17. Dospekhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
18. Sorokin O.D., *Prikladnaya statistika na komp'yutere* (Applied statistics on the computer), Novosibirsk, 2004, 162 p.

**ФОРМИРОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОДУКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ ЛЬНА
МАСЛИЧНОГО СОРТА УРАЛЬСКИЙ В УСЛОВИЯХ СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ**

С.Л. Елисеев, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Е.А. Ренёв, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Е.В. Бояршинова, аспирант

Пермский государственный аграрно-технологический
университет им. академика

Д.Н. Прянишникова, Пермь, Россия

E-mail: l.boyarshinova@yandex.ru

Ключевые слова: лен масличный, фаза развития, число коробочек, число семян в коробочке, масса 1000 семян, влажность семян, продуктивность растения

Реферат. Представлены результаты двухлетних исследований формирования элементов продуктивности растений льна масличного сорта Уральский, проведенных на учебно-научном опытном поле Пермского ГАТУ. Результаты исследований показывают, что пониженные температуры и значительное количество осадков (ГТК – 2,72) увеличивают продолжительность вегетации льна масличного на 11 суток за счет удлинения межфазного периода «цветение – желтая спелость» по сравнению с нормальными погодными условиями (ГТК – 1,36). Динамика формирования числа коробочек на растении и продуктивности растения льна масличного зависит от погодных условий. При прохладной погоде со значительным количеством осадков максимальное число коробочек на растении и продуктивность растения формируются к фазе 100% бурых коробочек в посевах. В нормальных погодных условиях максимальное число коробочек и продуктивность растения формируются к фазе ранней желтой спелости (25% бурых коробочек). Продуктивность растения существенно не зависит от погодных условий. Динамика формирования числа семян в коробочке и массы 1000 семян от погодных условий не зависит. В фазе желтой спелости при побурении 50% коробочек влажность семян снижается до 31–34%, что позволяет осуществлять двухфазную уборку или однофазную уборку с предварительной десикацией посева. Начиная с фазы желтой спелости влажность семян зависит от суммы осадков за предшествующий межфазный период и при выпадении осадков может существенно увеличиваться.

FORMATION OF PRODUCTIVITY ELEMENTS OF VARIETY “URALSKY” OF OIL FLAX PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE MIDDLE PRE-URALS

S.L. Elissev, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
E.A. Renyov, Ph.D. in Agricultural Sciences, Associate Professor
E.V. Boyarshinova, post graduate student

Perm State Agrarian and Technological University named after D.N. Pryanishnikov, Perm, Russia

Keywords: oilseed flax, development phase, number of bolls, number of seeds per boll, 1000 seed weight, seed moisture, plant productivity.

Abstract. *In the article the authors presented the results of two-year research on formation of the elements of plant productivity of oilseed flax cultivar Uralsky. The research was carried out on the educational and scientific experimental field of Perm State Technical University. Research results show that low temperatures and significant amount of precipitation (GTC - 2.72) increase the duration of oilseed flax vegetation by 11 days. Vegetation duration is due to prolongation of the interphase period “flowering - yellow ripeness” in comparison with normal weather conditions (GTC - 1,36). The dynamics of formation of the number of bolls per plant and productivity of oilseed flax plants depends on weather conditions. The maximum number of bolls per plant and plant productivity are formed until the phase of 100% brown bolls in the crop under cool weather with significant precipitation. Under normal weather conditions, the maximum number of bolls and productivity of the plant are formed by the phase of early yellow maturity (25% of brown bolls). The productivity of the plant does not depend significantly on weather conditions. The dynamics of formation of the number of seeds in the boll and the weight of 1000 seeds does not depend on weather conditions. In the phase of yellow ripeness when 50% of bolls turn brown, seed moisture is reduced to 31-34%. This ripeness allows two-phase harvesting or single-phase harvesting with preliminary desiccation of the crop. From the phase of yellow maturity, the moisture content of seeds depends on the amount of precipitation during the preceding interphase period and can significantly increase with precipitation.*

Лён масличный – ценная сельскохозяйственная культура многоцелевого использования, поэтому на современном этапе развития перерабатывающей промышленности считается практически безотходным растением [1]. Во многих зарубежных странах (США, Канада, Индия, Чехия, Польша и др.) культура льна масличного достаточно широко распространена как в производстве, так и в качестве объекта научных исследований [2]. При возделывании льна масличного получают семена, короткое волокно, костру, жмых и шрот [3]. Продукты переработки льна масличного используются в ряде отраслей промышленности: пищевой, животноводческой, медицинской, лакокрасочной, кожевенно-обувной, бумажной [4]. Основная продукция при возделывании льна масличного – семена. Богатый химический состав масла семян льна, в первую очередь, за счет высокого содержания полиненасыщенных жирных кислот, определяет

его превосходство над большинством других растительных масел [5]. Содержание масла и белка в семенах современных сортов льна масличного достигает 53 и 33% соответственно [6].

Привлекательна эта культура не только биологической ценностью её семян как источника высококачественного растительного масла и белка, но и несложной технологией выращивания [7]. Комплекс хозяйственно полезных признаков определяет ценность льна масличного как сельскохозяйственной культуры. Считается, что масличный лен неприхотлив к условиям возделывания, обеспечивает высокие урожаи маслосемян, отличается сравнительно высокой стабильной продуктивностью [1]. В отличие от льна-долгунца, технологии уборки и переработки которого достаточно сложные и требуют специальной техники, на масличном льне используется простая технология возделывания и комплекс

сельскохозяйственных машин, применяемых для большинства зерновых культур [8].

При возделывании любой культуры для правильного выбора агротехнических приемов необходимо знать ее биологические особенности. Так, продолжительность вегетационного периода в большей степени определяется погодными условиями [9]. Резкие колебания дневных и ночных температур отрицательно сказываются на формировании урожая [10]. Обильные осадки в период созревания в сочетании с теплой погодой вызывают дополнительное ветвление растений, образование новых бутонов, что способствует развитию болезней и затрудняет уборочные работы [11].

Фаза созревания льна характеризуется формированием семян в коробочках. При этом последовательно наступает зеленая, ранняя желтая, желтая и полная спелость. Семена в зеленой спелости еще недоразвиты, имеют низкую жизнеспособность и накапливают сухие вещества. В фазе ранней желтой спелости семена хорошо выполнены, жизнеспособны и к наступлению желтой спелости достигают нормальной величины и приобретают свойственную для сорта окраску. При наступлении полной спелости коробочки всех боковых соцветий буреют (созревают), а семена становятся твердыми [11]. Созревание растения характеризуется завершением формирования семян и одревеснением тканей стеблей [12]. Исследователи отмечают, что урожайность в большей степени определяется числом коробочек на растении, числом семян и массой 1000 семян [13].

Исследованиями Уральского НИИСХ установлено, что наибольшие значения числа коробочек на растении – 11,0 шт. и семян в коробочке – 7,6 шт. формируются к фазе полной спелости [14]. Масса 1000 семян в условиях Среднего Урала достигает высшего значения – 8,2 г во влажные годы (ГТК –2,20). В нормальные по метеоусловиям годы показатель массы 1000 семян соответствует своим обычным значениям, которые приводятся при селекционном описании – 5,76-7,70 г. Отмечена средняя прямая корреляционная зависимость между показателями гидротермического коэффициента (ГТК) и массой 1000 семян. Коэффициент корреляции (r) сортов Северный и Уральский составил 0,53 и 0,56 [15]. Наименьшая масса 1000 семян отмечена в фазе ранней желтой спелости – 7,40 г, мак-

симального значения показатель достигает перед фазой полной спелости – 7,78 г [14]. На основании полученных результатов, определены оптимальные параметры высокопродуктивных агрофитоценозов льна масличного – растения должны сформировать по 9-10 коробочек, в каждой из которых в среднем должно быть по 7-8 шт. нормально развитых семян [16].

Целью исследования является определение влияния погодных условий на формирование элементов продуктивности растений льна масличного в Среднем Предуралье.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2019–2020 гг. в полевом опыте на базе учебно-научного опытного поля Пермского ГАТУ. Объект исследования – сорт льна масличного Уральский. Технология возделывания включала: лущение (ЛДГ-10) после уборки предшественника (яровая пшеница), зяблевую вспашку (ПЛН-4-35), ранневесеннее боронование (БЗТС-1,0), предпосевную культивацию с боронованием (КПС-4 + БЗТС-1,0) в два следа, предпосевное и послепосевное прикатывание (ЗККШ-6). Минеральные удобрения вносили под предпосевную культивацию в дозе $N_{45}P_{45}K_{45}$. Посев проводили рядовым способом в 2019 г. 22 мая, в 2020 г. – 13 мая, с нормой высева 9 млн всхожих семян на 1 га.

Почва под опытом дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая. Вегетационный период 2019 г. характеризовался пониженными температурами и большим количеством осадков во второй половине. В июле сумма осадков превысила средние многолетние данные на 67 мм. В августе она достигла 232 мм, что на 164 мм больше средних многолетних значений. Гидротермический коэффициент за вегетационный период 2019 г. составил 2,72. Вегетационный период 2020 г. был нормальным по условиям для развития льна масличного (ГТК – 1,36). Для определения элементов продуктивности растения отбирали пробы из трех растений в 4-кратной повторности в фазах: 25% (соответствует фазе ранней желтой спелости), 50% (желтая спелость), 75%, 100% (полная спелость) бурых коробочек в посеве

и через 5 суток после полной спелости. Подсчитывали число коробочек и число семян в них, определяли массу семян до и после высушивания. Значимость различий между фазами созревания определяли методом дисперсионного анализа, а значимость различий по годам - по доверительному интервалу [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Наблюдение за развитием растений показало, что в условиях Среднего Предуралья лен масличный достигает фазы полной спелости через 114–125 суток после посева. При этом продолжительность вегетационного периода зависит от погодных условий. В прохладном и влажном 2019 г. (ГТК – 2,72) она увеличилась на 11 суток. До фазы цветения продолжительность межфазных периодов развития

льна не имела прямой зависимости от условий увлажнения и обеспеченности теплом (табл. 1). Цветение растений и формирование коробочек протекало неравномерно и имело прямую зависимость от величины гидротермического коэффициента. В 2019 г. продолжительность межфазных периодов «зеленая спелость – ранняя желтая спелость» и «ранняя желтая спелость – желтая спелость» составила 34 (ГТК – 3,82) и 15 (ГТК – 5,24) суток, что на 11 и 8 суток больше, чем в условиях 2020 г. В условиях 2020 г. растения льна масличного достигли фазы желтой спелости (50% бурых коробочек) уже в середине августа, тогда как в условиях 2019 г. данную фазу отмечали только в первой декаде сентября. Соответственно даты наступления полной спелости в годы исследований также были различны: в 2019 г. – 23 сентября, в 2020 г. – 3 сентября.

Таблица 1

Влияние погодных условий на продолжительность периодов развития льна масличного

Influence of weather conditions on the duration of oilseed flax development periods

Период развития	2019 г.			2020 г.		
	Продолжительность, сут	ГТК	Сумма температур, °С	Продолжительность, сут.	ГТК	Сумма температур, °С
Посев – всходы	10	1,53	123,9	12	5,32	130,9
Всходы – «елочка»	7	2,16	96,1	11	1,20	141,8
«Елочка» – бутонизация	17	1,01	264,5	15	1,93	254,3
Бутонизация – цветение	13	2,96	201,6	15	1,11	184,9
Цветение – зеленая спелость	13	2,65	230,2	11	0,06	268,8
Зеленая спелость – ранняя желтая спелость (25% *)	34	3,82	524,2	23	0,89	455,4
Ранняя желтая спелость (25%) – желтая спелость (50%)	15	5,24	156,0	7	0,81	96,5
Желтая спелость (50%) – 75%	4	0,16	50,7	8	5,52	93,0
75% – полная спелость	12	0,65	116,4	12	0,45	200,4
Посев – полная спелость	125	2,72	1763,6	114	1,36	1826,0

*Процент бурых коробочек в посеве.
*– Percentage of brown bolls in the crop.

Погодные условия оказали существенное влияние на формирование элементов продуктивности растений.

Число коробочек на растении в исследуемые периоды изменялось от 10,5 до 18,3 шт. (рис. 1). При различных погодных условиях формирование числа плодов на растении льна масличного имеет разную динамику. В

прохладных влажных условиях (2019 г.) наибольшее число коробочек сформировалось к фазе полной спелости – 18,3 шт., что существенно больше по сравнению с остальными периодами ($HCP_{0,5} = 2,7$ шт.). Через 5 суток после полной спелости отмечено существенное снижение числа коробочек – на 3,5 шт. ($HCP_{0,5} = 2,7$ шт.).

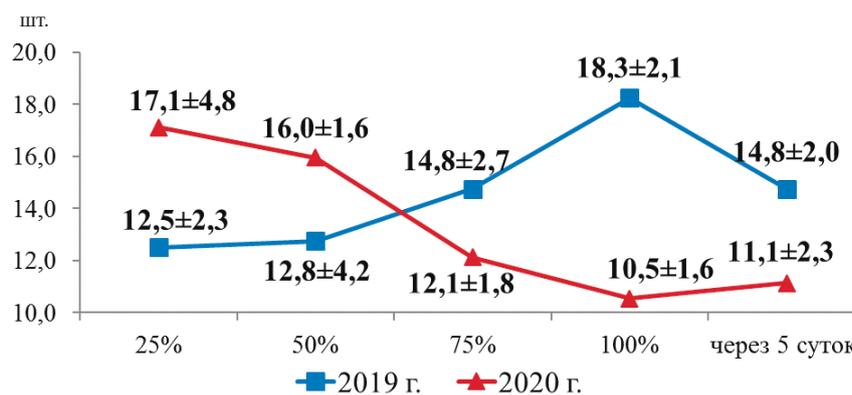


Рис. 1. Динамика формирования числа плодов на растении льна масличного
Fig. 1. Dynamics of fruit formation on an oilseed flax plant

Более сухая и теплая погода вегетационного периода 2020 г. способствовала более раннему формированию максимального числа коробочек. Уже в фазе ранней желтой спелости (25% бурых коробочек) их число на растении составляло 17,1 шт. В дальнейшем происходит существенное снижение числа коробочек с фазы 50% побурения коробочек

до фазы их побурения на уровне 75% – на 3,9 шт. ($HCP_{0,5} = 3,9$ шт.) В период от фазы 75% бурых коробочек и до 5 суток после наступления 100%-й спелости число коробочек не изменяется. В фазе 100% бурых коробочек их число на растении во влажном году было существенно выше, чем в нормальном, – на 7,8 шт.

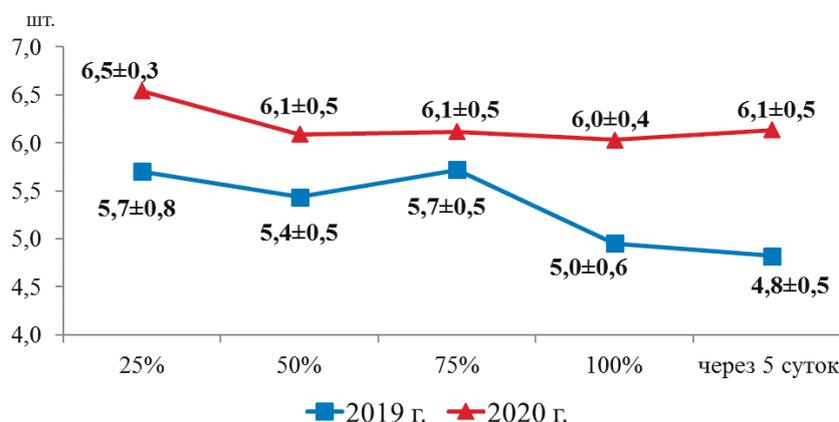


Рис. 2. Динамика формирования числа семян в коробочке льна масличного
Fig. 2. Dynamics of seed number formation in boll of oilseed flax plant

Динамика изменения числа семян в коробочке не зависит от погодных условий. Число

семян в коробочке в годы исследований составляло 4,8–6,5 шт. и существенно не изменя-

лось по фазам созревания (рис. 2). Отмечается тенденция к снижению показателя на 0,7 шт. в период от фазы 75% до фазы 100% бурых коробочек во влажный год и на 0,4 шт. в период от фазы 25% до фазы 50% бурых коробочек в нормальный год. Отмечается устойчивая тенденция к увеличению показателя в нормальный год по сравнению с влажным – на 0,4–1,3

шт., а через пять суток после фазы 100% бурых коробочек различия существенны.

Динамика изменения массы 1000 семян не зависит от погодных условий. Наименьшая масса 1000 семян отмечена в фазе ранней желтой спелости – 6,2–6,8 г, что подтверждается исследованиями Уральского НИИСХ [32]. В зависимости от условий выращивания

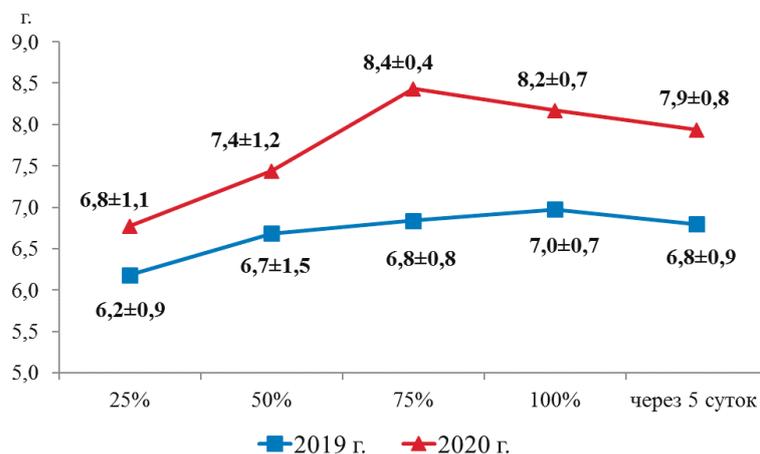


Рис. 3. Динамика формирования массы 1000 сухих семян растений льна масличного
Fig. 3. Dynamics of formation of 1000 dry seed mass of oilseed flax plants

величина массы 1000 семян льна масличного у сорта Уральский изменялась от 6,2 до 8,4 г (рис. 3).

Независимо от погодных условий наибольшая масса 1000 семян в годы исследований формировалась к фазам 75–100% бурых коробочек. Через 5 суток после фазы 100% изменения были несущественными. Отмечена устойчивая тенденция к увеличению показателя – на 0,4–1,6 г в нормальный по увлажнению год по сравнению с влажным. При пониженных температурах и значительном количестве осадков в 2019 г. максимальная масса 1000 семян составила 6,8 и 7,0 г соответственно. К фазе 75% бурых коробочек прирост массы 1000 семян относительно фазы ранней желтой спелости (25%) составил 0,6 г ($НСР_{0,5} = 0,3$ г), к полной спелости – 0,8 г ($НСР_{0,5} = 0,6$ г). В 2020 г. масса 1000 семян в фазы развития 75 и 100% бурых коробочек составила 8,4 и 8,2 г соответственно, что существенно – на 1,7 и 1,4 г больше относительно фазы ранней желтой спелости (25%) ($НСР_{0,5} = 1,1$ г).

Влажность семян в фазе ранней желтой спелости составляет 36–45% (рис. 4), в фазе желтой спелости при побурении 50% коробочек – 31–34%, что позволяет осуществлять двухфазную уборку или однофазную уборку с предварительной десикацией посева. К более поздним фазам созревания она снижается до 9–25%. Динамика изменения влажности семян зависит от погодных условий. В условиях 2019 г. влажность семян в фазе 25% бурых коробочек была существенно выше – на 9%, чем в 2020 г. Существенное снижение влажности семян в этом году отмечено до фазы 75% бурых коробочек в посевах. Относительно фазы ранней желтой спелости (25%) снижение влажности семян к фазе 75% бурых коробочек составило 31% ($НСР_{0,5} = 7\%$) и относительно фазы желтой спелости (50%) – 20% ($НСР_{0,5} = 3\%$). Изменения влажности семян в более поздние фазы развития в 2019 г. не отмечено. В 2020 г. влажность семян постепенно снижалась до фазы 100% бурых коробочек, при которой составила 14%, что существенно меньше – на 21%, чем в фазе ранней желтой

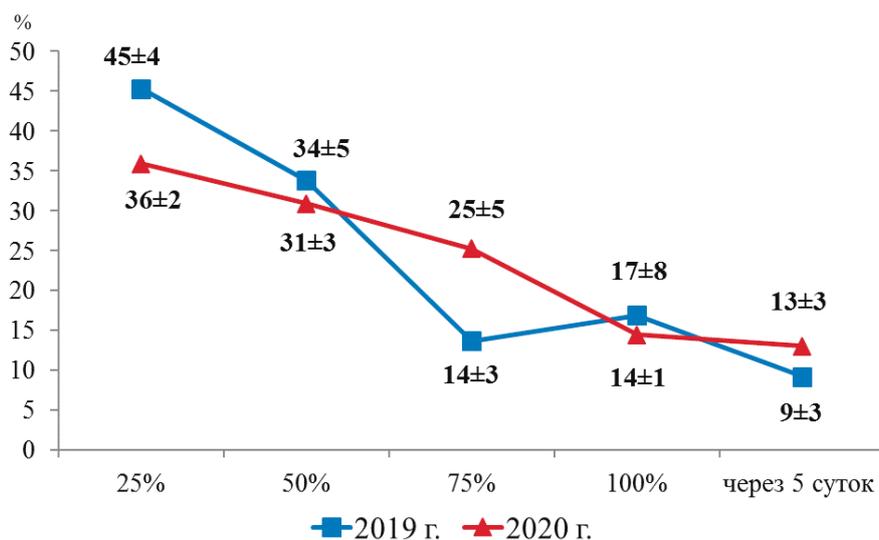


Рис. 4. Влажность семян льна масличного в зависимости от фазы развития
 Fig. 4. Moisture content of oilseeds depending on the phase of development

спелости ($НСР_{0,5} = 2\%$). Через 5 суток после полной спелости влажность семян изменяется незначительно.

С фазы желтой спелости влажность семян в одну фазу созревания по годам выравнивается и больше зависит от суммы осадков за предшествующий межфазный период. В фазе 75% бурых коробочек в 2019 г. при отсутствии осадков в период 50–75% бурых коробочек ($ГТК = 0,16$) влажность семян снизилась до 14%, а в 2020 г., когда за этот период выпало 37,8 мм осадков ($ГТК =$

5,52), влажность семян была существенно выше – на 11% и составила 25%.

Изменение числа коробочек на растении, семян в коробочке, массы 1000 семян определяет продуктивность растения льна масличного. В большей степени величина продуктивности растения и ее динамика по фазам созревания зависели от числа коробочек на растении ($r = 0,9$). В 2019 г. при влажных и прохладных условиях отмечена тенденция к увеличению продуктивности растения до фазы полной спелости, когда она составила

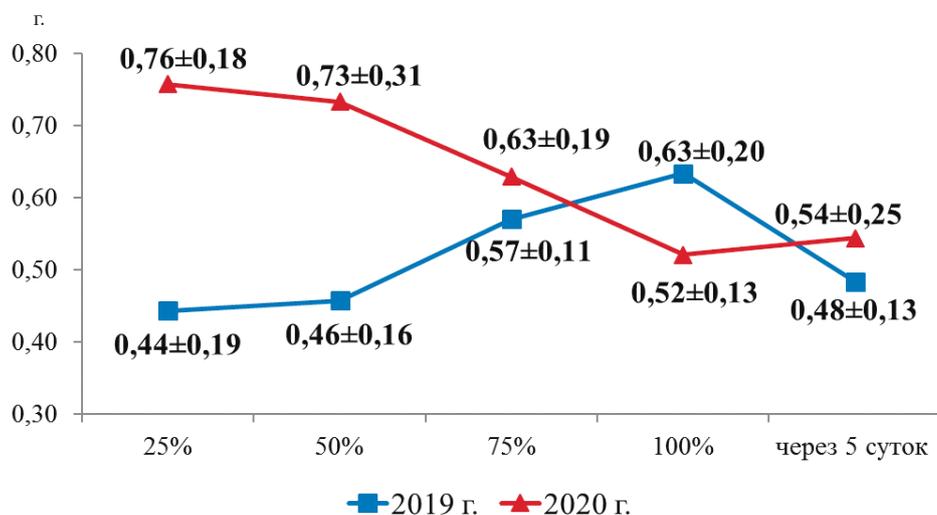


Рис. 5. Продуктивность растений льна масличного в зависимости от фазы развития
 Fig. 5. Productivity of oilseed flax plants depending on development phase

0,63 г, что существенно – на 0,18 г больше ($НСР_{0,5} = 0,17$ г) относительно фазы желтой спелости (рис. 5).

Условия 2020 г. способствовали формированию высокой продуктивности уже к фазе ранней желтой спелости – 0,76 г. При этом продуктивность растения существенно не изменяется до фазы 75% бурых коробочек, однако к фазе полной спелости отмечено существенное снижение продуктивности – на 0,24 г относительно фазы ранней желтой спелости ($НСР_{0,5} = 0,18$ г). Существенных различий в продуктивности растений по годам исследований не выявлено.

Таким образом, основываясь на полученных результатах, можно рекомендовать проводить уборку льна масличного при прохладных и влажных условиях в фазе полной спелости, а при теплых и сухих погодных условиях не позднее фазы 75% бурых коробочек в посевах, что предполагает использование десикации.

ВЫВОДЫ

1. В годы с избыточным увлажнением продолжительность вегетации льна масличного увеличивается за счет межфазного периода «цветение–желтая спелость».

2. При прохладной погоде и избыточном увлажнении наибольшее число коробочек на растении и продуктивность растения формируются к фазе 100% бурых коробочек в посевах, в нормальных погодных условиях – к фазе 25% бурых коробочек в посевах.

3. Формирование числа семян в коробочке и массы 1000 семян не зависит от погодных условий. Наибольшая масса 1000 семян формируется в период 75% бурых коробочек – 5 суток после фазы 100% бурых коробочек в посевах.

4. В фазе 50% бурых коробочек в посевах влажность семян снижается до 31–34%, что позволяет осуществлять двухфазную уборку или однофазную уборку с предварительной десикацией посева.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Колотов А.П. Перспективы выращивания льна масличного в условиях Свердловской области // Нива Урала. – 2011. – № 3. – С. 22–23.
2. Ludvicova M., Griga M. Transgenic flax/linseed (*Linum usitatissimum* L.) – expectation and reality // Czech J. Genet. Plant Breed. – 2015. – Vol. 51. – P. 123–141.
3. Linseed, the multipurpose plant / M. Zuk, D. Richter, J. Matuła, J. Szopa // Industrial Crops and Products. – 2015. – N 75. – P. 165–177.
4. Авдеенко А.П. Продуктивность сортов *Linum usitatissimum* в зависимости от нормы высева в условиях Приазовской зоны Ростовской области // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – N 8 (39). – С. 9–13.
5. Рак М.В., Барашкова Е.Н. Влияние борных удобрений на урожайность и качество семян льна масличного в зависимости от обеспеченности дерново-подзолистой супесчаной почвы бором // Почвоведение и агрохимия. – 2010. – № 1 (44). – С. 213–220.
6. Гореева В.Н., Корепанова Е.В., Кошкина К.В. Содержание жира и сбор масла коллекционными образцами льна масличного // Вестник Ижевской ГСХА. – 2012. – № 3. – С. 6–7.
7. Лукомец В.М., Пивень В.Т., Тишков М.Н. Лен масличный – культура перспективная // Защита и карантин растений. – 2013. – № 2. – С. 20.
8. Специализированные сорта и инновационные приемы производства масличного льна / Т.А. Рожмина, А.А. Жученко, В.П. Понажев, И.А. Куземкин // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2016. – № 1–2 (14–15). – С. 56–59.
9. Колотов А.П., Синякова О.В. Влияние агрометеорологических условий вегетационного периода на формирование урожайности семян льна масличного // Аграрный вестник Урала. – 2015. – № 6 (136). – С. 6–9.
10. Власенко Н.Г. Масличные культуры в Западной Сибири // Земледелие. – 1998. – № 2. – С. 23–24.
11. Фадеева Т.М., Семенова Е.Ф. Возрастные изменения растений льна в онтогенезе // Научные ведомости. – 2011. – № 9 (104). – Вып. 15/1. – С. 50–55.

12. Северов В.И., Калашиников К.Г. Лен масличный в Тульской области // Технические культуры. – 1992. – № 4–5–6. – С. 25–27.
13. Колотов А.П., Кипрушкина Н.А. Продуктивность современных сортов льна масличного на Урале // АПК России. – 2017. – Т. 24, № 3. – С. 604–608.
14. Колотов А.П., Синякова О.В. Урожайность льна масличного в условиях Среднего Урала // Масличные культуры: научно-технический бюллетень Всероссийского научно-исследовательского института масличных культур. – 2015. – № 3 (163). – С. 59–62.
15. Колотов А.П. Изменение массы 1000 семян и ее влияние на урожайность льна масличного в зависимости от погоды и сортовых особенностей // Пермский аграрный вестник. – 2019. – № 2 (26). – С. 72–78.
16. Колотов А.П., Елисеев С.Л. Лен масличный на Среднем Урале // Пермский аграрный вестник. – 2014. – № 1 (5). – С. 15–19.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 6-е изд., стер. – М.: Альянс, 2011. – 352 с.

REFERENCES

1. Kolotov A. P., *Niva Urala*, 2011, No. 3, pp. 22–23. (In Russ.)
2. Ludvicova M., Griga M. Transgenic flax/linseed (*Linum usitatissimum* L.) – expectation and reality, *Czech J. Genet. Plant Breed*, 2015, Vol. 51, pp. 123–141.
3. Zuk M., Richter D., Matuła J., Szopa J., Linseed, the multipurpose plant, *Industrial Crops and Products*, 2015, No. 75, pp. 165–177.
4. Avdeenko A.P., *Mezhdunarodnyi nauchno-issledovatel'skii zhurnal*, 2015, No. 8 (39), pp. 9–13. (In Russ.)
5. Rak M.V., Barashkova E.N., *Pochvovedenie i agrokimiya*, 2010, No. 1 (44), pp. 213–220. (In Russ.)
6. Goreeva V.N., Korepanova E.V., Koshkina K.V., *Vestnik Izhevskoi GSKhA*, 2012, No. 3, pp. 6–7. (In Russ.)
7. Lukomets V.M., Piven' V.T., Tishkov M.N., *Zashchita i karantin rastenii*, 2013, No. 2, pp. 20. (In Russ.)
8. Rozhmina T.A., Zhuchenko A.A., Ponazhev V.P., Kuzemkin I.A., *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka*, 2016, No. 1–2 (14–15), pp. 56–59. (In Russ.)
9. Kolotov A.P., Sinyakova O.V., *Agrarnyi vestnik Urala*, 2015, No. 6 (136), pp. 6–9. (In Russ.)
10. Vlasenko N.G., *Zemledelie*, 1998, No. 2, pp. 23–24. (In Russ.)
11. Fadeeva T.M., Semenova E.F., *Nauchnye vedomosti*, 2011, No. 9 (104), Вып. 15/1, pp. 50–55. (In Russ.)
12. Severov V.I., Kalashnikov K.G., *Tekhnicheskie kul'tury*, 1992, No. 4–5–6, pp. 25–27. (In Russ.)
13. Kolotov A.P., Kiprushkina N.A., *APK Rossii*, 2017, T. 24, No. 3. pp. 604–608. (In Russ.)
14. Kolotov A.P., Sinyakova O.V., *Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vserossiiskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta maslichnykh kul'tur*, 2015, No. 3 (163), pp. 59–62. (In Russ.)
15. Kolotov A.P., *Permskii agrarnyi vestnik*, 2019, No. 2 (26), pp. 72–78.
16. Kolotov A.P., Eliseev S.L., *Permskii agrarnyi vestnik*, 2014, No. 1 (5), pp. 15–19. (In Russ.)
17. Dospikhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniia)* (Method of field experience (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Alyans, 2011, 352 p.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

¹О.А.Захарова, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

²О.В. Черкасов, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

³К.Н. Евсенкин, кандидат технических наук

Ключевые слова: торфяные почвы, осушение, микроорганизмы, доминирующие роды, мониторинг

^{1,2}Рязанский государственный агротехнологический
университет им. П.А. Костычева, Рязань, Россия

³Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации
им. А.Н. Костякова, Рязань, Россия

E-mail: ol-zahar.ru@yandex.ru

*Реферат. На севере Рязанской области распространены торфяные болотистые почвы, входящие в Рязанскую Мещеру. С конца 1950-х гг. были построены мелиоративные сооружения и проведено осушение, после чего земли стали использоваться для возделывания сельскохозяйственных культур (в основном кормовых). В прежние времена осушительные системы были под надзором хозяйственных руководителей, но после экономических преобразований в стране контроль за их работой и уход прекратились из-за недостатка финансирования. В настоящее время проводится почвенно-мелиоративный мониторинг только на объекте Тинки-II, расположенном вблизи областного центра и входящем в систему экополигона. Показано количественное изменение микроорганизмов разных групп в торфяных почвах четырех мелиоративных объектов на территории Рязанской Мещеры. Установлено изменение климата (сухость и тепло) в последние десятилетия на территории региона. Принципиальным отличием между осушительными системами являлось наличие двустороннего регулирования водного режима почвы на первом объекте Тинки-II: с середины 1980-х гг. действовало орошение дождевальными установками, с 1990-х гг. – шлюзованием. По общепринятым методикам была проведена микробиологическая индикация торфяных почв, приобретших признаки деградации (сработка торфа, уменьшение торфяного слоя почвы и др.). Результаты показали большую микробиологическую активность в почве на объекте Тинки-II. Так, бактерий, выросших на МПА и КАА, было больше, чем других групп, следовательно, проходит интенсивная минерализация органических соединений азота. Выявление в почвах грибов рода *Penicillium* говорит о их подкислении. В почвах определен *Azotobacter*, что указывает на интенсивное протекание процесса азотфиксации. Из целлюлозоразрушающих бактерий доминировали представители рода *Polyangium*, питающиеся мертвой органикой, целлюлозой. Наличие вышеперечисленных групп микроорганизмов свидетельствовал о благоприятном развитии микробиоценоза в мелиорированных торфяных почвах.*

MICROBIOLOGICAL INDICATION OF RECLAIMED PEAT SOILS

¹O.A. Zakharova, Doctor of Agricultural Sciences, Professor²O.V. Cherkasov, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor³K.N. Evsenkin, PhD in Technical Sciences^{1,2}Ryazan State Agrotechnological University named after P.A. Kostychev, Ryazan, Russia³All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov, Ryazan, Russia*Keywords: peat soils, drainage, microorganisms, dominant genera, monitoring*

*Abstract. In the North of the Ryazan region peat, boggy soils are common, forming part of the Ryazan Meschera. Since the late 1950-s, reclamation structures were built and drainage was carried out, after which the land was used for the cultivation of crops (mainly fodder crops). In former times, the drainage systems were supervised by economic managers, but after the economic transition in the country, control and maintenance ceased due to a lack of funding. Nowadays, soil-reclamation monitoring is carried out only at the Tinki-II site, which is located near the regional centre and is part of the ecological polygon system. The authors in the article showed the quantitative change of microorganisms of different groups in the peat soils of four reclamation sites in the Ryazan Meschera. Recently, on the region's territory, climate change (dryness and warmth) has been established. A fundamental difference between the drainage systems was the presence of bilateral regulation of the soil water regime at the first site Tinki-II: sprinkler irrigation was in operation since the middle 1980-s, and by sluicing since the 1990-s. The authors carried out the microbiological indication of peat soils according to generally accepted methods. An indication was carried out in peat soils that had acquired signs of degradation (digestion of peat, reduction of the peat soil layer, etc.). The results indicated high microbiological activity in the soil at the Tinki-II site. Thus, there were more bacteria grown on MPA (meat-peptone agar) and SAA (starch-and-ammonia agar) than other groups, hence intensive mineralization of organic nitrogen compounds takes place. The presence of fungi of the genus *Penicillium* in soils indicates acidification. *Azotobacter* was detected in the soils, indicating an intensive nitrogen fixation process. The representatives of the *Polyangium* genus are dominated by cellulose-destroying bacteria, which feed on dead organic matter, cellulose. The presence of the above microorganisms groups indicated favourable development of microbiocenosis in the reclaimed peat soils.*

Из классических сочинений В.В. Докучаева, П.А. Костычева и других основоположников аграрной науки известно, что почва – сложная саморегулирующаяся система, включающая живые и неживые объекты, роль которых в образовании и жизни почвы исключительна. На территории Рязанской области развиты многие типы почв: от дерново-подзолистых на севере региона до черноземов на юге. Отличительными по морфологии почвами являются осушенные торфяники – в прошлом низинные и верховые болота, которых насчитывалось до 1300 общей площадью около 92,5 тыс. га [1].

Климат Мещерской низменности характеризуется как умеренно теплый и неустойчиво

влажный [2, 3]. Выявлена тенденция к усилению засушливости в летний период, среднее значение гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) лежит в пределах 0,8 ед. В процессе длительной эволюции структурные элементы фитоценозов и сами растительные сообщества адаптировались к изменяющемуся климату, однако прогрессивное развитие деграционных процессов мелиорированных торфяных почв требует регулярного контроля состояния ценозов [4–6].

Масштабы абиотических процессов в почве несоизмеримо малы по сравнению с процессами, определяемыми жизнедеятельностью высших растений, микроорганизмов и животных. В круговоротах веществ в агрофи-

тоценозе учитывается участие автотрофных и гетеротрофных организмов, к которым относятся и микроорганизмы, минерализующие растительные остатки и пополняющие запасы элементов минерального питания в почве [7].

Учитывая длительное мелиоративное воздействие на торфяные почвы Рязанской Мещеры, в рамках почвенно-экологического мониторинга был проведен ряд исследований.

Мониторинговые исследования осушенных торфяных почв велись многими мелиораторами и экологами, в частности Ю.А. Мажайским, Л.В. Кирейчевой, И.В. Ильинским и др. Однако в их работах изучались главным образом мелиоративные и агрохимические свойства почв. В связи с вышеизложенным целью наших исследований – микробиологическая индикация мелиорированных торфяных почв – является актуальным и своевременным мероприятием, позволяющим в будущем разработать рекомендации по сохранению и воспроизводству плодородия осушенных торфяников.

В задачи исследований входил подсчет численности микроорганизмов в почве, установление доминирующего рода бактерий и грибов для исследования протекающих в почве процессов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью изучения активности микробиоценоза осушаемых почв в рамках почвенно-экологического мониторинга обследованы четыре мелиоративных объекта Рязанской Мещеры.

Первый объект. Мелиоративный объект Тинки-II расположен близ п. Полково в 20 км от областного центра г. Рязани. Ранее болота занимали 60 га, осушительная система размещена на 40 га (до середины 1990-х гг. действовала осушительно-увлажнительная система на площади на 30 га). С 2016 г. на некоторых участках мелиоративной системы применяется для двустороннего регулирования водного режима территории шлюзование. Мощность торфяного слоя почвы Тинки II составляет 90–110 см. Торф низинный, древесно-осоко-

вый, степень разложения свыше 50%, зольность торфа в пахотном горизонте колеблется от 15 до 18% [8]. Агрохимические показатели сработанной торфяной почвы: pH 5,5–6,5, содержание $N_{\text{общ}}$ – 2,97–3,27%, фосфора валового – 0,28–0,36, калия валового – 0,09–0,11%, K_f (коэффициент фильтрации) – 1,2 м/сут, что соответствует среднезернистым древнеаллювиальным пескам. Водно-физические свойства торфяной почвы следующие: объемная масса – 0,35–0,46 г/см³, полная влагоемкость – 170–200%. Уровень грунтовых вод (УГВ) – 127 см.

Второй и третий объекты. На территории Клепиковского района расположены осушаемые с 1950-х гг. объекты Вожа и Никитское. УГВ – 118–122 см. Откопка шурфа и описание профиля определили мелиорируемую почву как сработанную, глееватую, низкоплодородную.

Четвертый объект. Мелиоративный объект Кальское находится в с. Ласково и тянется до с. Заборье Рязанского района. До 1950-х гг. территория представляла безлесую болотистую местность. Торфяное болото Гадовское относилось к низинному типу и лесотопяному подтипу, а в 1956 г. на болоте Кальское начались осушительные мероприятия. УГВ–100 см. Почва – торфянисто-глеевая выработанная.

Таким образом, изыскания велись на типичных для Рязанской Мещеры территориях.

Методика исследований – общепринятая [9]. При проведении микробиологической индикации почв использовались бакпосевы на питательные среды: мясо-пептонный агар (МПА), сусло-агар (СА), среду Гетчинсона и среду Эшби, крахмало-аммонийный агар (КАА). Учет численности микроорганизмов на плотных средах велся на 3-и сутки инкубации. Количество микроорганизмов разных групп рассчитывалось с использованием компьютерной программы STATISTIKA 10.

Количество микроорганизмов (КМ) в 1 г абсолютно сухой почвы на объекте Тинки-II определялось по формуле

$$ОКМ = ОКК \cdot r/m, \quad (1)$$

где ОКМ – общее количество микроорганизмов; ОКК – общее количество колоний;

g – разведение; m – масса абсолютно сухой почвы.

Количество клеток в 1 мл вычисляли по формуле

$$M = (a10^3 / hS) n, \quad (2)$$

где M – число клеток в 1 мл; A – среднее число клеток в 1 квадрате сетки; h – высота камеры мм; S – площадь 1 квадрата сетки, мм²; 10^3 – коэффициент перевода кубических сантиметров в кубические миллиметры; n – разведение исследуемой суспензии.

Общее количество микроорганизмов (ОКМ) в 4-м разведении:

$$\text{ОКМ} = 76 \cdot 10^4 / 0,43 = 17,6 \cdot 10^5. \quad (3)$$

Общее количество микроорганизмов в 3-м разведении:

$$\text{ОКМ} = 5 \cdot 10^3 / 0,43 = 26,8 \cdot 10^5. \quad (4)$$

Общее количество доминирующих микроорганизмов (ОКДМ) в 4-м разведении:

$$\text{ОКДМ} = 74 \cdot 10^4 / 0,43 = 17,2 \cdot 10^5. \quad (5)$$

Общее количество доминирующих микроорганизмов в 3-м разведении:

$$\text{ОКДМ} = 5 \times 10^3 / 0,43 = 26,8 \cdot 10^5. \quad (6)$$

Доля доминирующих форм (ДДФ) в 4-м разведении:

$$\text{ОКДМ} / \text{ОКМ} \cdot 100\%; \quad (7)$$

$$\text{ОКДМ} / \text{ОКМ} \cdot 100\% = 17,2 \cdot 10^5 / 17,6 \cdot 10^5 \cdot 100\% = 97,7\%.$$

Доля доминирующих форм (ДДФ) в 3-м разведении:

$$\text{ОКДМ} = 26,8 \cdot 10^5 / 26,8 \cdot 10^5 \cdot 100\% = 100\% \quad (8)$$

Аналогичные расчеты проведены для трех других объектов.

На мелиорируемых объектах произрастали естественные луговые травы [10, 11].

Влажность у почвы на момент отбора проб измеряли тензиометром.

Достоверность результатов исследований подтверждена обработкой на компьютерной программе STATISTIKA 10.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Учитывая серьезные изменения свойств почв на территории мелиоративных объектов, о чем свидетельствуют опубликованные ранее работы [12–14], можно предположить трансформацию микробиоценозов. К сожалению, микробиологические исследования в

1950–2000 гг. не проводились, и проследить эволюцию бактериального сообщества торфяных почв в условиях регулярного изменения, в первую очередь, водного режима, невозможно. Теоретически за исследуемый период коррекция численности и видового состава микрофлоры должна была произойти вследствие изменения водного и питательного режимов осушаемых почв.

Основным отличием на объекте Тинки-II в 1980-х гг. являлось двустороннее регулирование водного режима участка при использовании дождевальных машин, но после распада Советского Союза орошение из-за экономических реформ и отсутствия финансовой поддержки отрасли со стороны государства прекратилось. Сейчас небольшая территория имеет двустороннее регулирование водного режима шлюзованием. Осушаемые объекты Вожа, Никитское, Кальское функционируют с момента постройки только с односторонним регулированием водного режима – удаление излишка воды с участков. На наш взгляд, незначительные отличия в характеристике микробиоценоза четырех объектов объясняются схожими почвенно-климатическими особенностями территории Рязанского и Клепиковского районов, входящими в I агроклиматический район с суммой среднесуточных температур за период активной вегетации 2150–2200°C при ГТК 1,2–1,3, который в последние десятилетия имеет тенденцию к сухости [6].

Результаты подсчета микроорганизмов на питательных средах, представлены в табл. 1, 2.

Доминирующие колонии на МПА были бледно-кремового цвета, округлой формы, матовые, с ровными краями, однородной структурой и плотной консистенцией. Численность их составила в 1 г почвы до 10 млн ед. Общее количество КОЕ – 45. Доля доминирующих форм в общей численности КОЕ, способных сформировать полноценную микробную колонию, составила 12100100, тогда $10000000 / 12100100 \cdot 100\% = 80\%$. Микроскопированием установлен доминирующий род *Bacillus*, морфологически представленный спорообразующими бактериями

палочковидной формы, одиночными или в группах.

Численность бактерий, выросших на КАА, больше, чем бактерий на МПА, почти в 2,5–3 раза. Соотношение численности бактерий на МПА и КАА показало степень активности минерализации органического ве-

щества в почве. Спорообразующие бактерии характеризуют интенсивность минерализационных процессов на более поздних стадиях, обладают мощной протеолитической ферментативной активностью и являются «индикатором» направленности почвообразовательного процесса.

Таблица 1

Количественная оценка микроорганизмов на питательных средах
Quantification of microorganisms on nutrient media

Питательная среда	Номер мелиоративного объекта	Разведение	ОКМ	Среднее количество колоний	КМ (КОЕ, г)	Количество колоний ДМ	ОКДМ (КОЕ, г)	ДДФ в общей численности	Доминирующий род
МПА	1	10 ⁴	95,0±2,1	76,0±0,3	17,6·10 ⁵	74,0±3,4	17,2·10 ⁵	97,0±2,2	<i>Bacillus</i>
	2	10 ⁴	88,0±0,8	73,0±0,9	14,4·10 ⁵	72,0±2,7	16,7·10 ⁵	97,0±4,2	
	3	10 ⁴	89,0±0,5	70,0±1,1	13,6·10 ⁵	72,0±1,6	16,9·10 ⁵	96,0±3,1	
	4	10 ⁴	92,0±1,2	76,0±1,8	16,2·10 ⁵	73,0±2,6	17,1·10 ⁵	97,0±0,6	
КАА	1	10 ⁴	268,0±1,8	188,0±0,1	69,9·10 ⁵	122,0±2,2	58,5·10 ⁵	99,0±4,1	<i>Clostridium</i>
	2	10 ⁴	244,0±2,0	150,0±0,3	45,9·10 ⁵	116,0±0,9	58,2·10 ⁵	94,0±4,1	
	3	10 ⁴	229,0±1,6	139,0±0,6	61,1·10 ⁵	115,0±1,6	54,1·10 ⁵	93,0±2,2	
	4	10 ⁴	256,0±1,7	166,0±0,6	67,5·10 ⁵	121,0±1,8	54,9·10 ⁵	96,0±2,2	
СА	1	10 ³	320,0±0,4	125,0±0,4	21,04·10 ⁵	306,0±1,2	38,9·10 ⁵	68,0±2,3	<i>Penicillium</i>
	2	10 ³	310,0±1,6	110,0±1,7	20,8·10 ⁵	299,0±2,0	38,1·10 ⁵	66,0±3,1	
	3	10 ³	316,0±1,7	109,0±1,5	20,9·10 ⁵	278,0±3,1	38,0·10 ⁵	64,0±3,0	
	4	10 ³	330,0±1,9	120,0±1,9	29,4·10 ⁵	298,0±3,0	38,7·10 ⁵	68,0±0,6	

Таблица 2

Количественная оценка микроорганизмов на обросших комочках почвы
Quantification of microorganisms on clumps of soil

Питательная среда	Номер мелиоративного объекта	Количество комочков почвы в чашках	Количество обросших комочков почвы	Среднее количество обросших комочков	Процент обросших комочков почвы	Общий процент обросших комочков почвы	Доминирующий род
Гетчинсона	1	30	28,0±2,7	27,0±2,9	93,0	95	<i>Dematium</i>
	2	30	30,0±2,1	29,0±1,7	92,2	92	
	3	30	30,0±2,5	29,0±2,6	92,1	94	
	4	30	30,0±2,9	28,0±3,3	94,4	95	
Эшби	1	30	22,0±1,8	19,0±3,9	73,3	63	<i>Azotobacter</i>
	2	30	30,0±1,6	28,0±2,3	69,2	63	
	3	30	28,0±2,0	26,0±2,9	68,5	62	
	4	30	30,0±2,2	26,0±0,5	70,4	63	

Коэффициент минерализации (K_m), рассчитанный как отношение численности микроорганизмов КАА/МПА, показал значения на мелиоративных объектах 1, 2, 3 и 4, равные 2,8; 2,8; 2,6 и 2,8, т. е. больше единицы, что свидетельствует об интенсивности процессов мобилизации азота.

Микромицеты на сусло-агаре представлены доминирующими колониями округлой формы, свыше 1 см в диаметре, зеленоватого цвета, мучнистых, с шероховатой поверхностью, зубчатыми краями, однородной структурой. Численность их составила в 1 г почвы до 1,5 млн ед. Общее количество КОЕ – 8. Доля доминирующих форм в общей численности КОЕ, способных сформировать полноценную микробную колонию, составила 2050050, тогда $1500000/20050050 \cdot 100\% = 68\%$. Микроскопирование установило доминирующий род *Penicillium*, морфологически представленный аскомицетами – спорообразующими, с развитым мицелием, выраженными конидиями в форме кисти. Колонии округлой формы до 1 см в диаметре, черно-зеленого цвета, поверхность пушистая, край неровный.

Азотфиксирующие бактерии учитывались на среде Эшби, не содержащей минеральных и органических форм азота. Учет проводился раскладыванием с последующим подсчетом процентного содержания обросших комочков. Общее число комочков – 30, обросших – 22–30, т. е. в среднем не более 96%. Микроскопирование выявило доминирующий род *Azotobacter*, представленный бактериями палочковидной или кокковидной формы, неспорообразующими, одиночными. Эти микроорганизмы частью самостоятельно, а частью в симбиозе с высшими растениями превращают молекулярный азот в органические соединения и интегрируют его в белок, который попадает в почву. Количество азотфиксирующих бактерий в почвах мелиоративных объектов практически одинаково, что говорит об их адаптации к внешним условиям.

На рисунке приведен график зависимости численности аммонификаторов в почвах че-

тырех объектов от естественной влажности и температуры на момент отбора проб.

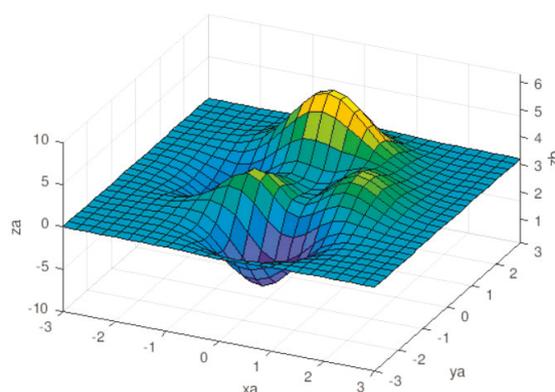


График зависимости численности аммонификаторов в почвах четырех объектов от естественной влажности и температуры

Plot of the abundance of ammonifiers in the soil of the four sites against natural moisture and temperature

На модели четко выражена впадина, характеризующая повышенную влажность почвы вследствие ее вторичного заболачивания. Об этом свидетельствуют и полученные результаты невысокой численности бактерий, что объясняется недостатком воздуха в почве.

На объектах Вожа и Никитское влажность почв ниже, а численность и активность бактерий выше.

На объекте Тинки-II интенсивность микробиологических процессов более оптимальна из-за лучшего отвода воды с территории и создания более благоприятных условий для почвенной микрофлоры.

Обобщая полученные данные, следует отметить, что оптимальными для нитрификаторов являются температура почвы 15–18°C; влажность 55–60% ПВ; для аммонификаторов – соответственно 20–22°C и 70–75% ПВ. С повышением температуры почвы до 18°C активность нитрификаторов возрастала. Низкий уровень влажности почвы (до 50% ПВ) создавал неблагоприятные условия для развития бактериальной микрофлоры, но при увеличении влажности численность бактерий возрастала.

Целлюлозоразрушающие бактерии определялись на среде Гетчинсона, которая содер-

жит только целлюлозу в виде фильтровальной бумаги. Общее число комочков почвы – 30, обросших комочков – 28–30, процентное содержание в среднем 92%. Микроскопирование показало доминирование грибов рода *Dematium*.

ВЫВОДЫ

1. Результаты исследований показывают глубокую взаимосвязь показателей качества почвы и активности почвенных микроорганизмов. Так, большую долю занимают бакте-

рии рода *Bacillus*, минерализующие органические соединения азота.

2. Выявление в почвах грибов рода *Penicillium* указывает на подкислении почвы.

3. В почвенных образцах найден *Azotobacter*, что говорит об интенсивном протекании процесса азотфиксации.

4. В мелиорируемых почвах преобладают грибы рода *Dematium*.

5. Наличие вышеперечисленных микроорганизмов свидетельствует о благоприятном развитии микробиоценоза мелиорированных торфяных почв.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *О реконструкции и модернизации мелиоративных систем Рязанской области* / П.Н. Ванюшин, А.В. Кузин, А.Е. Морозов, А.В. Нефедов, Н.А. Иванникова // Вестник РГАТУ. – 2019. – № 1(41). – С. 5–11.
2. *Профилактика микозов надземных органов ремонтантной малины с помощью бактериальных биоагентов* / А.А. Беляев, В.И. Лутов, Н.С. Чеченина, Р.Р. Колоколов, А.А. Леляк, А.И. Леляк // Вестник НГАУ. – 2020. – № 3. – С. 7–17.
3. *Исаева С.Ш.* Экологическая оценка почв Гусар-Гонагкендского кадастрового района Азербайджана // Вестник НГАУ. – 2020. – № 3. – С. 46–54.
4. *Влияние факторов биологизации и химизации на фитосанитарное состояние ячменя в лесостепи Западной Сибири* / Л.Ф. Ашмарина, Р.Ф. Галеев, О.Н. Шашкова, А.И. Ермохина // Вестник НГАУ. – 2021. – № 1. – С. 7–16.
5. *Гааг А.В., Пичугин А.П.* К вопросу о рациональном использовании кормовой базы в развитии животноводства региона Сибири // Вестник НГАУ. – 2015. – № 1 (34). – С. 150–157.
6. *ГИС-картографирование торфяных болот и антропогенно измененных торфяников Рязанской области* / Д.В. Ильясов, А.А. Сиринов, Л.Ю. Макарова, А.В. Букин, Н.Е. Кораблина // Вестник РГАТУ. – 2019. – № 1(41). – С. 30–37.
7. *Захарова О.А., Костин Я.В.* Режим органического вещества в мелиорированной почве. – Рязань: РГАТУ, 2013. – 116 с.
8. *Зубарев В.А., Мажайский Ю.А.* Влияние осушения на изменение агрохимических свойств лугово-глеевых почв Среднеамурской низменности // Вестник РГАТУ. – 2020. – № 1(45). – С. 33–38.
9. *Гиляров М.С.* Методы почвенно-зоологических исследований. – М.: Наука, 1969. – 134 с.
10. *Захарова О.А.* Ресурсосберегающая технология восстановления деградированных почв. – Рязань, 2004. – 262 с.
11. *Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на устойчивость к почвенным инфекциям* / Е.Ю. Торопова, И.Г. Воробьева, А.А. Кириченко, В.В. Пискарев, Р.И. Трунов // Вестник НГАУ. – 2020. – № 4. – С. 46–55.
12. *Оценка загрязнения мелиорируемого агроландшафта азотсодержащими веществами и методы их снижения* / Ф.А. Мусаев, К.Н. Евсенкин, Ю.П. Добрачев, О.А. Захарова. – Рязань, 2014. – 158 с.
13. *Влияние штаммов бактерий рода Bacillus на ростовые процессы и формирование тканей в побегах ремонтантной малины* / Н.С. Чеченина, В.И. Лутов, А.А. Беляев, А.А. Леляк, А.И. Леляк // Вестник НГАУ. – 2020. – № 3. – С. 76–85.
14. *Шарков Д.И., Рудой Е.В., Василенко О.А.* Проблемы развития российской кооперации на селе и предложения по их решению // Вестник НГАУ. – 2015. – № 1 (34). – С. 167–174.

REFERENCES

1. Vanyushin P.N., Kuzin A.V., Morozov A.E., Nefedov A.V., Ivannikova N.A., *Vestnik RGATU*, 2019, No. 1(41), pp. 5–11. (In Russ.)
2. Belyaev A.A., Lutov V.I., CHEchenina N.C., Kolokolov R.R., Lelyak A.A., Lelyak A.I., *Vestnik NGAU*, 2020, No. 3, pp. 7–17. (In Russ.)
3. Isaeva S.SH., *Vestnik NGAU*, 2020, No. 3, pp. 46–54. (In Russ.)
4. Ashma-rina L.F., Galeev R.F., SHashkova O.N., Ermohina A.I., *Vestnik NGAU*, 2021, No. 1, pp. 7–16. (In Russ.)
5. Gaag, A.V., Pichugin A.P., *Vestnik NGAU*, 2015, No. 1 (34), pp. 150–157. (In Russ.)
6. Il'yasov D.V., Sirin A.A., Makarova L.YU., Bukin A.V., Korablina N.E., *Vestnik RGATU*, 2019, No. 1(41), pp. 30–37. (In Russ.)
7. Zaharova O.A., Kostin YA.V., *Rezhim organicheskogo veshchestva v meliorirovannoj pochve* (Regime of organic matter in reclaimed soil), Ryazan': RGATU, 2013, 116 p.
8. Zubarev V.A., Mazhajskij YU.A., *Vestnik RGATU*, 2020, No. 1(45), pp. 33–38. (In Russ.)
9. Gilyarov M.S., *Metody pochvenno-zoologicheskikh issledovanij* (Methods of soil-zoological research), Moscow: Nauka, 1969, 134 p.
10. Zaharova O.A., *Resursosberegayushchaya tekhnologiya vosstanovleniya degradirovannyh pochv* (Resource-saving technology for the restoration of degraded soils), Ryazan', 2004, 262 p.
11. Toropova E.YU., Vorob'eva I.G., Kirichenko A.A., Piskarev V.V., Trunov R.I., *Vestnik NGAU*, Novosibirsk, 2020, No. 4, pp. 46–55. (In Russ.)
12. Musaev F.A., Evsenkin K.N., Dobrachev YU.P., Zaharova O.A., *Ocenka zagryazneniya melioriruemogo agrolandshafta azotsoderzhashchimi veshchestvami i metody ih snizheniya* (Assessment of pollution of the reclaimed agricultural landscape with nitrogen-containing substances and methods for their reduction), Ryazan', 2014, 158 p.
13. CHEchenina N.S., Lutov V.I., Belyaev A.A., Lelyak A.A., Lelyak A.I., *Vestnik NGAU*, 2020, No. 3, pp. 76–85. (In Russ.)
14. SHarkov D.I., Rudoj E.V., Vasilenko O.A., *Vestnik NGAU*, 2015, No. 1 (34), pp. 167–174. (In Russ.)

ПРИЕМЫ УХОДА ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ ПО СКОРОСПЕЛОСТИ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ НА ЗЕРНО В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.И. Кашеваров, доктор сельскохозяйственных наук,
академик РАН

А.А. Полищук, кандидат сельскохозяйственных наук

А.Н. Лебедев, кандидат сельскохозяйственных наук

В.И. Понамарева, научный сотрудник

М.В. Хазов, научный сотрудник

Ключевые слова: кукуруза, приемы ухода, урожайность, продуктивность, зерно, Западная Сибирь

Сибирский научно-исследовательский институт кормов СФНЦА РАН, р.п. Краснообск
Новосибирской обл., Россия

E-mail: feed@sfsca.ru

Реферат. Представлены результаты исследований по сравнительному изучению продуктивности гибридов кукурузы Обский 140 СВ и Кубанский 101 СВ. Опыт состоял из следующих вариантов: довсходовое + повсходовое боронование (Б1 + Б2), первая и вторая междурядные культивации (М1 + М2), гербицид Лазурит (обрабатывали в фазу 7–9 листьев кукурузы от двудольных сорняков) в дозе 0,7 л препарата на 300 л воды, расход рабочей жидкости – 300 л/га исходя из рекомендаций по применению Лазурита. Выявлены закономерности формирования урожайности фуражного зерна в зависимости от изучаемых приемов ухода. По результатам исследований установлено, что при возделывании различных по скороспелости гибридов кукурузы в годы с недостаточной теплообеспеченностью (2014 г.) при одинаковых способах ухода урожайность зерна ультраскороспелого гибрида Кубанский 101 СВ в 1,7–3,1 раза выше, чем у раннеспелого гибрида Обский 140 СВ. В условиях 2017 г. с хорошей теплообеспеченностью урожайность зерна гибрида Обский 140 СВ была на 15 % выше, чем у гибрида Кубанский 101 СВ. В среднем за 3 года гибрид Обский 140 СВ по урожайности зерна был более отзывчив на проведение уходов, особенно комплекса механизированных обработок (Б1Б2 + М1М2), где получено 67,5 ц/га фуражного зерна. Использование гербицида Лазурит обеспечило наименьшую среди вариантов урожайность зерна – 50,4 ц/га у гибрида Кубанский 101 СВ и 62,8 ц/га – Обский 140 СВ. Механические уходы (два боронования и две междурядные культивации) и комплекс из довсходового боронования, гербицида и междурядной культивации обеспечили наибольший выход зерна у обоих гибридов: Кубанский 101 СВ – 61,9, Обский 140 СВ – 70,3 ц/га.

CARE METHODS FOR THE CULTIVATION OF MAIZE HYBRIDS WITH DIFFERENT EARLY MATURITY IN THE FOREST-STEPPE ZONE OF WESTERN SIBERIA.

N.I. Kashevarov, Doctor of Agricultural Sciences, RAS Academician

A.A. Polischuk, PhD in Agricultural Sciences

A.N. Lebedev, PhD in Agricultural Sciences

V.I. Ponamareva, Researcher

M.V. Khazov, Researcher

Siberian Fodder Research Institute SFRCA FAS, Krasnoobsk settlement, Novosibirsk Region, Russia

Keywords: maize, tending methods, yield, productivity, grain, Western Siberia.

Abstract. *The authors presented the results of a comparative productivity study of maize hybrids Obsky 140 SV and Kubansky 101 SV. The experiment consisted of the following variants: preemergence + preemergence harrowing (B1 + B2), first and second inter-row cultivation (M1 + M2), herbicide Lazurit (treated in phase 7-9 of maize leaves against dicotyledonous weeds) at the dose of 0.7 l of preparation for 300 l water, working fluid consumption - 300 l/ha based on the recommendations for using Lazurit. The authors also identified the patterns of forage grain yield formation depending on the studied care methods. According to the results of their research, the authors found that the grain yield of the ultra-early maturing hybrid Kubansky 101 CB was 1.7-3.1 times higher than that of the early maturing hybrid Obsky 140 CB when cultivating different maize hybrids in years with insufficient heat supply (2014) under the same methods of care. Under 2017 conditions with good heat supply, the grain yield of hybrid Obsky 140 SV was 15% higher than that of hybrid Kubansky 101 SV. On average in 3 years hybrid Obsky 140 SV grain yield was more responsive to tending, especially the complex of mechanized treatments (B1B2 + M1M2), where 67.5 c/ha of forage grain was obtained. The use of herbicide Lazurit ensured the lowest grain yield among the variants - 50.4 c/ha for hybrid Kubansky 101 SV and 62.8 c/ha for Ob 140 SV. Mechanical treatments (two harrowing and two inter-row cultivations) and a combination of pre-emergence harrowing, herbicide and inter-row cultivation ensured the highest grain yield in both hybrids: Kubansky 101 CB - 61.9, Obsky 140 CB - 70.3 c/ha.*

Среди многочисленных проблем животноводства на одном из первых мест стоит обеспеченность кормами. Особую трудность она представляет в Сибири, что связано, прежде всего, с природно-климатическими условиями. Для заготовки достаточного количества полноценных питательных кормов необходимо на первоначальном этапе решить ряд задач, к числу которых относится создание высокопродуктивных сортов с хорошей поедаемостью и переваримостью, а также разработка технологий семеноводства новых сортов и полевого кормопроизводства [1, 2].

Широкое распространение кукуруза получила благодаря целому комплексу положительных качеств, основными из которых явля-

ются высокая продуктивность и пластичность к условиям внешней среды [3, 4]. По данным федеральной службы государственной статистики, посевные площади кукурузы на зерно в Сибирском федеральном округе (хозяйства всех категорий) в 2021 г. составили 28,2 тыс. га и увеличились на 34,2 % по сравнению с 2020 г. Валовой сбор зерна в 2020 г. составил 812,0 тыс. ц, прирост – 36,1 % к 2019 г, урожайность при этом была на уровне 41,0 ц/га, превысив 2019 г. на 23,9 % [5].

Вместе с тем в условиях Западной Сибири при ограниченных тепловых ресурсах и коротком вегетационном периоде существенную роль играют оптимальные способы ухода за кукурузой, поскольку высокий уровень

засоренности посевов из-за несоблюдения в производстве агротехнических приемов сводит на нет биологический потенциал культуры. Наиболее простыми в проведении и достаточно эффективными приемами ухода за кукурузой являются довсходовые и по-всходовые боронования, снижающие засоренность на 32–93%. Боронование – наиболее доступное и высокоэффективное средство уничтожения однолетних сорняков в нитевидном состоянии (куриное просо, щетинник сизый и др.) с минимальными затратами труда и средств. Первое боронование проводят на 4–5-й день после посева поперек рядков или по диагонали, последующие – в зависимости от уплотненности почвы и появления сорняков (до образования 3–4 листьев у кукурузы) при скорости агрегата 3–5 км/ч. Другим важным приемом ухода за посевами являются междурядные обработки. Они позволяют не только уничтожить всходы поздних сорняков, но и способствуют появлению дополнительных воздушных корней, повышающих устойчивость кукурузы к полеганию, улучшающих аэрацию почвы, что усиливает процессы нитрификации и уменьшает вынос питательных веществ сорняками, масса которых в результате обработок уменьшается в 1,5–2,3 раза. Первую междурядную обработку проводят при появлении у всходов 2–4 листьев, последующие культивации – при появлении всходов сорняков; для уничтожения сорной растительности проводят также обработку гербицидами [6–9].

В связи с этим целью наших исследований была оптимизация приемов ухода различных по скороспелости гибридов кукурузы при возделывании на зерно.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования (2014–2017 гг.) проводились в северной лесостепной зоне на Центральной экспериментальной базе СибНИИ кормов.

Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднемощный среднесуглинистый. По данным СибНИИ кормов, содержание гумуса в слое почвы 0–40 см – 5,20–5,72 %. Обеспеченность (по Чирикову) подвижными формами фосфора – средняя (51–62 мг/кг почвы), калия – высокая (100–145 мг/кг почвы). Содержание общего азота – высокое (0,39–0,42 %). Реакция почвенного раствора слабощелочная – 7,2–7,4.

Объектами исследований были ультраскороспелый гибрид Кубанский 101 СВ и раннеспелый гибрид Обский 140 СВ [10, 11].

Предшественником в годы исследования были бобы кормовые на семена. Опыт размещался по осенней вспашке (23–25 см). Весной проводилось закрытие влаги зубowymi боровами (БЗТ-1,0), выравнивание почвы планировщиком (ПН-8), предпосевная культивация (КПС-4,0) на глубину заделки семян, прикатывание катками (ЗКК-6А) до и после посева. Кукурузу высевали 21–29 мая широкорядно (70 см) на глубину 5–6 см с густотой 90 тыс. растений на 1 га сеялкой Optima.

Минеральные удобрения $N_{60}P_{60}K_{40}$ вносили вручную вразброс под предпосевную культивацию. Уход за посевами осуществляли согласно схеме опыта.

Повторность в опытах четырехкратная. Способ размещения делянок – систематический в два яруса. Посевная площадь делянок – 84 м², учетная – 56–84 м². Опыт состоял из следующих вариантов: довсходовое + по-всходовое боронование (Б1+Б2), первая и вторая междурядные культивации (М1+М2), гербицид Лазурит (обрабатывали в фазу 7–9 листьев кукурузы от двудольных сорняков) в дозе 0,7 л препарата на 300 л воды, расход рабочей жидкости – 300 л/га исходя из рекомендаций по применению Лазурита.

Учеты и наблюдения проводились согласно общепринятым методикам [12, 13]. Урожайные данные обрабатывались методом дисперсионного анализа [14] с применением ПК (пакет программ СНЕДЕКОР) [15].

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ
ОБСУЖДЕНИЕ**

В процессе комбайновой уборки произошли значительные потери биомассы кукурузы вследствие ранних неоднократных заморозков, а в урожайную биомассу вошли сорняки, сухая биомасса которых (в вариантах без уходов) составила более 3 т/га. Существенные прибавки по сравнению с вариантом без уходов

как по сухой, так и по зеленой биомассе, были получены на раннеспелом гибриде Обский 140 СВ.

Комплекс уходов, состоящих из довсходового боронования, внесения гербицида и междурядной культивации, обеспечил близкие для обоих гибридов результаты: Кубанский 101 СВ – 6,19, Обский 140 СВ – 7,03 т/га (табл. 1).

Таблица 1

Урожайность различных по скороспелости гибридов кукурузы на зерно в зависимости от способов ухода (2014–2017 гг.)

Yields of different early maturing maize hybrids depending on the method of care (2014-2017)

Способ ухода	Гибрид	Урожайность зерна при стандартной влажности 22%, т/га				
		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	средняя
Без уходов	Кубанский 101 СВ	0,10	2,58	6,01	6,43	3,78
	Обский 140 СВ	0	0,76	5,14	3,45	2,34
Б1Б2 + М1М2	Кубанский 101 СВ	2,07	8,09	7,49	8,51	6,54
	Обский 140 СВ	0,68	9,24	8,99	8,85	6,94
М1М2 + гербицид	Кубанский 101 СВ	1,95	7,09	7,01	8,69	6,19
	Обский 140 СВ	1,08	8,17	7,85	11,0	7,03
Гербицид	Кубанский 101 СВ	1,04	5,23	6,14	7,76	5,04
	Обский 140 СВ	0,61	6,64	7,33	10,5	6,28
НСР _{0,5} А (способ ухода)		5,3	9,7	17,1	13,2	
В (гибрид)		3,7	6,9	12,1	9,3	
АВ		7,5	13,8	24,1	18,6	

Однако при благоприятном вегетационном периоде 2017 г. урожайность зерна у гибрида Обский 140 СВ была выше на 10% относительно гибрида Кубанский 101 СВ. В целом можно отметить, что гибрид Обский 140 СВ по урожайности зерна более отзывчив на проведение уходов, особенно комплекса механизированных обработок (Б1Б2 + М1М2), где получено 7,03 т/га фуражного зерна. При учете зерна выявлена высокая эф-

фективность всех изучаемых способов ухода на обоих гибридах. Кубанский 101 СВ без уходов дал лишь 3,78 т/га зерна, Обский 140 СВ – 2,34 т/га.

Анализ продуктивности гибридов показал, что по сбору обменной энергии, кормовых единиц, сырого и переваримого протеина гибрид Обский 140 СВ превосходил Кубанский 101 СВ во всех вариантах опыта (табл. 2).

Таблица 2

Продуктивность различных по скороспелости гибридов кукурузы в зависимости от способов ухода (2014–2017 гг.)

Productivity of different maize hybrids in terms of early maturity depending on the method of care (2014-2017)

Способ ухода	Гибрид	Выход с 1 га			
		обменной энергии, ГДж	кормовых единиц, т	сырого протеина, т	переваримого протеина, т
Без уходов	Кубанский 101СВ	45,1	4,03	0,275	0,159
	Обский 140СВ	61,1	5,36	0,335	0,215
Б1Б2 + М1М2	Кубанский 101СВ	56,2	5,10	0,378	0,204
	Обский 140СВ	94,8	8,56	0,554	0,322
Б1 + М2 + гербицид	Кубанский 101СВ	45,4	4,18	0,285	0,154
	Обский 140СВ	93,2	8,34	0,580	0,337
Гербицид	Кубанский 101СВ	43,4	4,04	0,274	0,149
	Обский 140СВ	77,0	7,01	0,456	0,265

Причем наибольший выход обменной энергии и кормовых единиц отмечен в варианте с комплексом механических обработок (два боронования и две междурядные обработки) – 94,8 ГДж и 8,56 т/га соответственно, что в 1,6 раза выше, чем в варианте без уходов.

По сбору сырого и переваримого протеина немного отличился вариант «одно боронование (Б1) + междурядная обработка (М2) + гербицид», где эти показатели составили 0,580 и 0,337 т/га соответственно.

ВЫВОДЫ

1. При возделывании различных по скороспелости гибридов кукурузы в годы с недостаточной теплообеспеченностью (2014 г.) при одинаковых способах ухода урожайность зерна ультраскороспелого гибрида Кубанский 101 СВ в 1,7–3,1 раза выше, чем у раннеспелого гибрида Обский 140 СВ. В условиях с хорошей теплообеспеченностью 2017 г. уро-

жайность зерна гибрида Обский 140 СВ была на 15 % выше, чем у гибрида Кубанский 101 СВ.

2. В среднем за три года гибрид Обский 140 СВ по урожайности зерна был более отзывчив на проведение уходов, особенно комплекса механизированных обработок (Б1Б2 + М1М2), где получено 67,5 ц/га фуражного зерна.

3. Использование гербицида Лазурит обеспечило наименьшую среди вариантов урожайность зерна: Кубанский 101 СВ – 5,04 т/га, Обский 140 СВ – 6,28 т/га.

4. Механические уходы (два боронования и две междурядные культивации) и комплекс из довсходового боронования, гербицида и междурядной культивации обеспечили наибольший выход зерна обеих гибридов: Кубанский 101 СВ – 6,19 т/га, Обский 140 СВ – 7,03 т/га.

5. Наибольший сбор питательных веществ и энергии получен у гибрида Обский 140 СВ во всех вариантах опыта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кашеваров Н.И., Данилов В.П. Достижения и перспективы развития кормопроизводства в Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 1. – С. 19–22.
2. Ведение кормопроизводства в Сибири: практ. пособие / Н.И. Кашеваров, В.П. Данилов, А.А. Полищук [и др.]. – Новосибирск, 2013. – 80 с.
3. Гончаров П.Л. Кормовые культуры Сибири. – Новосибирск, 1992. – 264 с.
4. Кукуруза в Сибири / Кашеваров Н.И., Ильин В.С., Кашеварова Н.Н., Ильин И.В.; РАСХН. Сиб. отд-ние, СибНИИ кормов; Сиб. филиал ГНУ ВНИИ кукурузы. – Новосибирск, 2004. – 400 с.

5. Федеральная служба государственной статистики: сайт [Электронный ресурс]. — 1999-2021. — Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (дата обращения: 15.11.2021).
6. Милащенко Н.З. Борьба с сорняками на полях Сибири. — Омск, 1978. — 134 с.
7. Соколов В.С. Возделывание кукурузы в Новосибирской области / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибНИИ кормов. — Новосибирск, 1978. — 23 с.
8. Кашеваров Н.И. Возделывание силосных культур в Западной Сибири. — Новосибирск, 1993. — 269 с.
9. Агротехнологии производства кормов в Сибири: практ. пособие / под ред. Н.И. Кашеварова. — Новосибирск, 2013. — 248 с.
10. Сорты сельскохозяйственных культур селекции СФНЦА РАН и НГАУ: проспект / РАН. Сиб. отд-ние. СФНЦА РАН. — Новосибирск, 2019. — 112 с.
11. НПО «КОС-МАИС»: сайт [Электронный ресурс]. — 2005–2021. — Режим доступа: <http://kosmais.ru/> (дата обращения: 30.06.2021).
12. Методика полевых опытов с кормовыми культурами / ВИК. — М.: Колос, 1971. — 158 с.
13. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. — М.: Колос, 1971. — Вып. 1. — 248 с.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
15. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. — 2-е изд. — Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. — 222 с.

REFERENCES

1. Kashevarov N.I., Danilov V.P., *Dostizheniya nauki i tehniki* APK, 2006. No. 1, pp. 19–22. (In Russ.)
2. Kashevarov. N.I., Danilov V.P., Polishchuk A.A., *Vedenie kormoproizvodstva v Sibiri: prakticheskoye posobie* (Conducting feed production in Siberia: a practical guide), Novosibirsk, 2013, 80 p.
3. Goncharov P.L., *Kormovye kul'tury Sibiri* (Forage crops of Siberia), Novosibirsk, 1992, 264 p.
4. Kashevarov N.I., Il'in V.S., Kashevarova N.N., Il'in I.V., *Kukuruza v Sibiri* (Corn in Siberia), Novosibirsk, 2004, 400 p.
5. <https://rosstat.gov.ru/compendium/document/13277> (November 15, 2021).
6. Milashhenko N.Z., *Bor'ba s sornjakami na poljah Sibiri* (Weed control in the fields of Siberia), Omsk, 1978, 134 p.
7. Sokolov V.S., *Vozdelyvanie kukuruzy v Novosibirskoi oblasti* (Cultivation of corn in the Novosibirsk region), Novosibirsk: VASKhNIL, Sibirskoe otdelenie, SibNII kormov, 1978, 23 p.
8. Kashevarov N.I., *Vozdelyvanie silosnykh kul'tur v Zapadnoi Sibiri* (Cultivation of silage crops in Western Siberia), Novosibirsk, 1993, 269 p.
9. *Agrotekhnologii proizvodstva kormov v Sibiri: prakticheskoe posobie* (Agrotechnology of feed production in Siberia: a practical guide), Novosibirsk, 2013, 248 p.
10. *Sorta sel'skokhozyaistvennykh kul'tur seleksii SFNTsA RAN i NGAU: Prospekt* (Cultivars of agricultural crops selected by SFNTSA RAS and NSAU: Prospect), Novosibirsk, 2019, 112 p.
11. <http://kosmais.ru/> (June 30, 2021).
12. *Metodika polevykh opytov s kormovymi kul'turami* (Methodology of field experiments with forage crops), Moscow: Kolos, 1971, 158 p.
13. *Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* (Methodology of the State variety testing of agricultural crops), Moscow: Kolos, 1971, Issue 1, 248 p.
14. Dospikhov B.A., *Metodika polevogo opyta* (Field experiment technique), Moscow: Agropromizdat, 1985, 351 p.
15. Sorokin O.D., *Prikladnaya statistika na komp'yutere. 2-e izdaniye* (Applied statistics on the computer. 2nd edition), Krasnoobsk: GUP RPO SO RASKhN, 2009, 222 p.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ВЕГЕТАЦИОННОГО ПЕРИОДА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ГОРОХА В ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ

Е.В. Кожухова, кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник
О.П. Орешникова, младший научный сотрудник

Ключевые слова: горох, вегетационный период, образцы, коллекция, исходный материал

Красноярский научно-исследовательский институт
сельского хозяйства – Федеральный исследовательский центр Красноярский научный центр
СО РАН, Красноярск, Россия

E-mail: elena.kojuhova@yandex.ru

Реферат. На основании трехлетнего исследования проанализировано влияние температурного режима и осадков на продолжительность вегетационного периода и его составляющих для культуры *Pisum sativum L.* в условиях Восточной Сибири и выделены наиболее скороспелые образцы. Объектами исследования являлись 20 коллекционных сортов гороха посевного российской и зарубежной селекции. Исследования проводились в соответствии с методическими указаниями по изучению коллекции зернобобовых культур в 2018–2020 гг. в лесостепной зоне Красноярского края, на полях Красноярского НИИСХ. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый. Обеспеченность гумусом пахотного слоя – 7,8 %, реакция среды по pH солевой вытяжки – 6,8. Содержание нитратного азота $N-NO_3$ в почве на момент посева за три года среднее (10,12 мг/кг), подвижного фосфора P_2O_5 – высокое (23,26 мг/100 г) и калия K_2O – повышенное (10,06 мг/100 г) (по Чирикову). Агротехника – общепринятая для зернобобовых культур в данном регионе. Предшественник – чистый пар. Цель исследования – определение продолжительности вегетационного периода коллекционных образцов гороха и влияния на него гидротермических условий. Задачи – определение продолжительности вегетационного периода гороха и его составляющих в разные по тепло- и влагообеспечению годы, его изменчивости и зависимости от гидротермических условий, а также выделение наиболее скороспелых сортов. Выявлено, что максимальная продолжительность вегетационного периода была характерна для избыточно увлажненного 2020 г. Наиболее продолжительным является период «цветение – созревание» (38 – 49 суток), самым коротким – «посев – всходы» (18 – 27 дней). Продолжительность вегетационного периода характеризуется средней изменчивостью ($V_{cp} = 16,5 \%$). Выявлена прямо пропорциональная зависимость продолжительности вегетационного периода от суммы осадков ($r = 0,979$) и обратно пропорциональная от средней температуры ($r = -0,982$). По всем периодам с температурой корреляция отрицательная, с суммой осадков – положительная, за исключением периода «посев – всходы» ($r = -0,867$). Для селекции на скороспелость рекомендуется использовать сорт канадской селекции Profi с вегетационным периодом 66 суток.

DURATION OF THE VEGETATION PERIOD OF PEA COLLECTION SPECIMENS IN THE EASTERN SIBERIA

E.V. Kozhykhova, Ph.D. in Agriculture Sciences, Leading Researcher

O.P. Oreshnikova, Junior Researcher

Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture - Federal Research Centre Krasnoyarsk Science Centre
Siberian Branch of RAS, Krasnoyarsk, Russia

Keywords: peas, growing season, specimens, collection, starting material.

Abstract. *The authors presented the results of the study of the effect of temperature regime and precipitation on the duration of the growing season and its components for the crop *Pisum sativum* L. These studies were analyzed on the basis of three-year experiments in the conditions of Eastern Siberia and the most early maturing samples were selected. The objects of the study were 20 collection varieties of pea sowing of Russian and foreign selection. The authors conducted studies in accordance with the methodological guidelines for the study of grain legume crops collection in 2018-2020 in the forest-steppe zone of Krasnoyarsk region, on the fields of the Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture. The soil of the experimental plot was common black earth heavy-loamy. The humus content of the arable layer was 7.8 %, the pH of the salt extract was 6.8. Over the three years of the experiment, the content of nitrate nitrogen $N-NO_3$ in the soil at the time of sowing averaged 10.12 mg/kg, mobile phosphorus P_2O_5 was high 23.26 mg/100 g; potassium K_2O was elevated 10.06 mg/100 g (by Chirikov method). Agronomic techniques were common for grain legume crops in the region. Clean fallow was the precursor. The work aims to determine the duration of vegetation period of pea collection samples and the influence of hydrothermal conditions on it. The tasks of the study are to determine the duration of pea growing season and its components in different heat and moisture supply years. In addition, another task of the study is to determine the variability of pea plants depending on hydrothermal conditions, as well as to identify the most early-ripening varieties. The authors identified that the maximum duration of the growing season was characteristic of excessively moist 2020. The longest period is «flowering - ripening» (38 - 49 days), the shortest period was «sowing - sprouting» (18 - 27 days). Duration of vegetation period is characterized by medium variability ($V_{cf} = 16.5\%$). Directly proportional dependence of vegetation period duration on precipitation amount ($r = 0.979$) and inversely proportional on average temperature ($r = -0.982$) were revealed. For all periods, the correlation in terms of temperature is negative, in terms of precipitation amount - positive, except for the period «sowing - sprouting» ($r = -0.867$). The authors recommend using the Canadian selection variety *Profi* with a growing season of 66 days for early maturity breeding.*

Горох (*Pisum sativum* L.) является одной из главных зернобобовых культур в мире и считается важным источником пищевых белков для человека и животных [1]. Кроме того, горох имеет большое значение для систем земледелия в связи с его способностью фиксировать азот в почве [2]. Однако по посевным площадям и валовому сбору зерна горох всё ещё существенно уступает зерновым злаковым культурам. Считается, что одним из важнейших сдерживающих факторов является зависимость гороха от климатических условий, обусловленная индивидуальной реакцией сортов на эти условия [3, 4].

В настоящее время селекция гороха направлена на совершенствование технологичности растений и уве-

личение урожайности получаемых сортов [5, 6].

Согласно исследованиям С.С. Пислегиной и С.С. Четвертных [7], урожайность гороха коррелирует с продолжительностью вегетационного периода и его составляющих. Многими учеными выявлено, что продолжительность вегетационного и межфазных периодов гороха определяется также свойствами сорта и их взаимодействием с условиями окружающей среды [8–10].

В условиях Сибири одним из немаловажных направлений является отбор на скороспелость с сохранением высокой продуктивности и адаптивности, так как часто позднеспелые сорта могут не успевать вызреть и менее устойчивы к биотическим и абиотическим стрессорам [11].

**ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Получение образцов с необходимыми признаками возможно при тщательном исследовании и подборе родительских пар [12, 13].

Такой подбор может быть осуществлен путем изучения вегетационной изменчивости сортов при различных условиях окружающей среды [14].

Цель работы – определение продолжительности вегетационного периода коллекционных образцов гороха и влияния на него гидротермических условий в Восточной Сибири.

Исходя из поставленной цели, были сформулированы следующие задачи:

1. Определить продолжительность и изменчивость вегетационного периода гороха и его составляющих в разные по тепло- и влагообеспечению годы.

2. Выявить зависимость продолжительности периода вегетации культуры и составляющих его этапов от складывающихся гидротермических условий.

3. Выделить наиболее перспективные сорта гороха для дальнейшей селекции на скороспелость.

Исследования проведены в 2018–2020 гг. на базе Красноярского НИИСХ. Селекционный участок расположен в лесостепной зоне, на опытной станции в д. Минино. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый. Обеспеченность гумусом пахотного слоя – 7,8 %, реакция среды по pH солевой вытяжки 6,8. Содержание нитратного азота N-NO₃ в почве на момент посева за три года среднее (10,12 мг/кг), подвижного фосфора P₂O₅ – высокое (23,26 мг/100 г) и калия K₂O – повышенное (10,06 мг/100 г) (по Чирикову). Агротехника – общепринятая для зернобобовых культур в данном регионе. Предшественником являлся чистый пар.

Объектом исследования послужили 20 коллекционных образцов гороха посевного (*Pisum sativum*) различного происхождения, 10 из которых листочкового морфотипа и 10 с видоизмененным, усатым типом листа. В качестве стандарта использовался сорт местной селекции Радомир (табл. 1).

Таблица 1

**Характеристика исследуемых сортов
Characteristics of the varieties studied**

Сорт	Морфотип	Происхождение
Радомир st.	Листочковый	Россия, Красноярск
Рассвет	»	Россия, Вологодская обл.
Belinda	»	Нидерланды
Витязь	»	Россия, Краснодарский край
Stirling	»	Канада
Paloma	»	Нидерланды
Кабан	»	Россия, Казань
Глориоза	»	Россия, Московская обл.
Шал	»	Казахстан
Юбиляр	»	Россия, Красноярск
Profi	Усатый	Канада
Глянс	»	Украина
Filbi Ji 1768	»	Великобритания
Ariana	»	Канада
Impala	»	Канада
Renata	»	Россия, Вологодская обл.
Степняк	»	Украина
Стоян	»	Россия, Красноярск
Феникс	»	Дания
Madonna	»	Германия

Исследования проводились в соответствии с методическими указаниями по изучению коллекции зернобобовых культур [15]. Посев осуществлялся в первой декаде мая сеялкой ССФК-7, площадь участков – от 1 до 4 м². При проведении фенологических наблюдений отмечались даты посева, появления всходов, цветения, восковой спелости.

Анализ и статистическая обработка данных проведены с использованием программы Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сумма биологически активных температур рассчитывалась как сумма среднесуточных температур выше 10°C: в 2018 г. она составляла 1956 С°, в 2019 г. – 2005 °С, в 2020 г. – 2030 °С. ГТК по Селянину в 2018 г. составил 0,60, что характеризует вегетационный период как очень засушливый, в

2019 г. – 0,89 (засушливый), в 2020 г. – 1,63 (избыточно увлажненный).

Для вегетационного периода 2018 г. был характерен недостаток влаги в июне, июле и августе (– 15; – 38; – 41 мм соответственно). Начало вегетации (вторая декада мая) было достаточно прохладным (отклонение от среднеемноголетнего показателя составило –2,1°C). На протяжении всего остального периода сохранялась достаточно высокая температура воздуха.

В 2019 г. была отмечена стабильно высокая температура. В 2020 г. в течение вегетационного периода наблюдалось выпадение большого количества осадков при стабильно высокой температуре среды. Весь май отличался высокой для него температурой (выше среднеемноголетней на 4°C).

Избыток увлажнения в 2020 г. наблюдался во все месяцы вегетационного периода культуры (рис. 1).

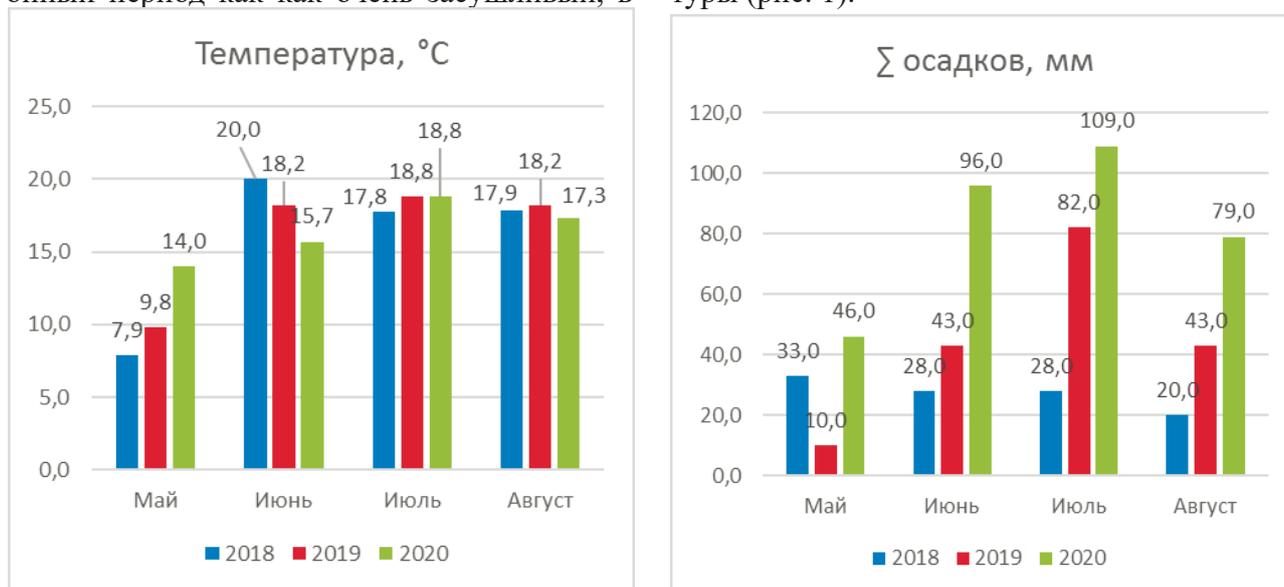


Рис. 1. Погодные условия в пос. Менино периода май – август (2018–2020 гг.)

Fig. 1. Weather conditions in Minino from May to August (2018-2020)

Средняя температура воздуха за период май–сентябрь по годам изменялась слабо ($V_{cp} = 1,72 \%$), однако отличия средней температуры в мае были значительными ($V_{cp} = 29,54 \%$). Коэффициент вариации показателя количества осадков за 2018–2020 гг. составил $V_{cp} = 61,95 \%$, что свидетельствует

об очень сильном различии рассматриваемых периодов.

В течение трех лет исследования вегетационный период сортов гороха посевного характеризовался средней изменчивостью ($V_{cp} = 16,5 \%$). Большим изменениям подвергся этап «всходы–цветение» ($V_{cp} = 18,6 \%$), меньшим – «посев–всходы» ($V_{cp} = 16,2 \%$),

и средним – «цветение–созревание» ($V_{cp} = 16,85\%$).

Наиболее продолжительный вегетационный период по всем сортам отмечался в 2020 г., когда наблюдался избыток осадков в совокупности с высокой температурой окружающей среды.

Этап «посев–всходы» в среднем по сортам был наиболее коротким в 2020 г. (18 дней),

когда в мае отмечалась достаточно высокая среднесуточная температура при большом количестве осадков. В 2019 г. данный период затянулся до 27 дней, что связано с наблюдавшейся в мае засухой.

Во все годы изучения наиболее продолжительным являлся период «цветение–созревание» (38–49 суток), наиболее коротким – «посев–всходы» (18–27 дней) (рис. 2).

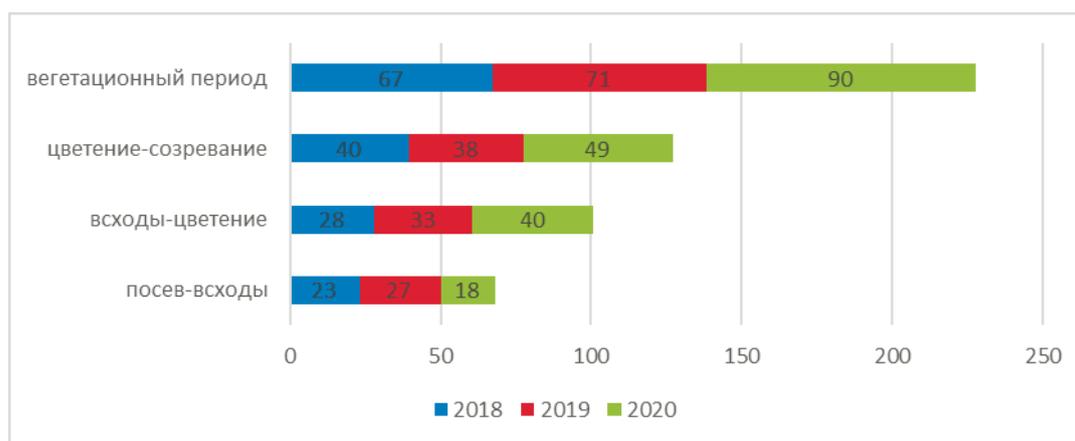


Рис. 2. Распределение продолжительности периодов вегетации

Fig. 2. Distribution of the length of the growing season

Продолжительность вегетационного периода гороха зависела от длительности составляющих его межфазных периодов. Продолжительность периода «цветение–созревание» сильно и положительно влияла на общую длительность вегетации растений ($r = 0,874$), в то время как периоды «посев–всходы» ($r = -0,828$) и «всходы–цветение» ($r = -0,170$) показали отрицательную корреляцию.

В условиях Восточной Сибири наблюдалась четкая зависимость продолжительности вегетационного периода от количества осадков и температуры: она увеличивается при выпадении большего количества осадков ($r = 0,979$), но сокращается при повышении среднесуточных температур ($r = -0,982$).

С увеличением суммы осадков и средней температуры значительно сокращается пери-

од «посев–всходы», что доказано расчетом коэффициента корреляции (с температурой $r = -0,843$, с осадками $r = -0,867$). Это единственный период, когда прослеживается отрицательная связь с суммой выпавших осадков, вызывающих скорейшее прорастание семян и сокращающих тем самым анализируемый период.

Высокие температуры в период «всходы–цветение» сокращают продолжительность периода ($r = -0,994$), а повышение суммы осадков пропорционально увеличивает этот период ($r = 1,000$).

На продолжительность периода «цветение–созревание» значительное влияние оказывает сумма выпавших осадков ($r = 0,918$), но существенной зависимости от температуры в этот период не наблюдалось ($r = -0,295$) (рис. 3).

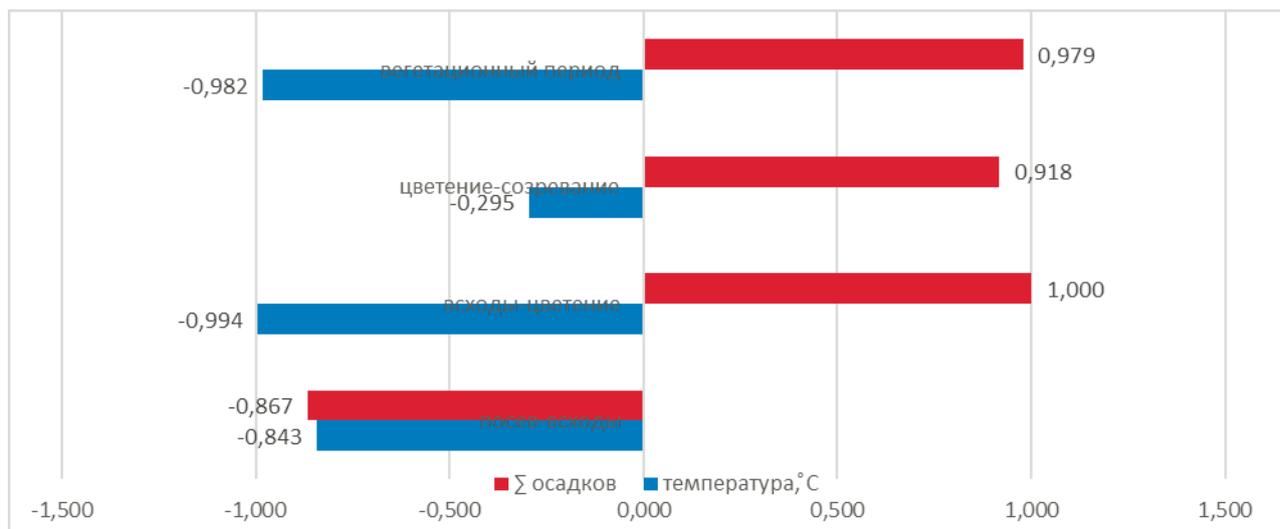


Рис. 3. Сопряженность тепло- и влагообеспеченности вегетационного периода и его составляющих с их продолжительностью

Fig. 3. The correlation between the heat and moisture availability of the growing season and its components with their duration

При анализе продолжительности вегетационного периода отдельно по сортам выявилось, что самым коротким вегетационным периодом в 2018 г. характеризовался сорт Глянс (59 суток), в 2019 и 2020 гг. – сорт Profi (60 и 76 суток соответственно), а наиболее продолжительным – сорта Радомир и Stirling в 2020 г. (103 суток).

Вегетационный период по исследуемым за три года сортам изменялся от 66 до 86 суток, минимальным показателем его продолжительности характеризовался сорт Profi

(66 дней), что позволяет рассматривать его в качестве источника по признаку скороспелости.

В среднем за три года изучения к наиболее позднеспелым сортам из изученной выборки можно отнести сорт Радомир с продолжительностью вегетационного периода 85 суток и Stirling – 86 суток. Основная масса изученных сортов (80%), имели показатели продолжительности вегетационного периода 70–80 суток (табл. 2).

Таблица 2

Продолжительность фаз роста и развития коллекционных образцов гороха за 2018–2020 гг.
Duration of growth and development phases of pea collection specimens for 2018-2020.

Сорт	2018 г.			2019 г.			2020 г.			2018–2020 гг.
	всходы-цветение	цветение-созревание	вегетационный период	всходы-цветение	цветение-созревание	вегетационный период	всходы-цветение	цветение-созревание	вегетационный период	вегетационный период
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Радомир st.	25	51	76	35	40	75	42	61	103	85
Profi	28	33	61	32	28	60	40	36	76	66
Рассвет	27	40	67	28	43	71	30	55	85	74
Глянс	29	30	59	30	37	67	40	53	93	73
Belinda	29	39	68	33	34	67	40	51	91	75

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Filbi Ji 1768	27	40	67	33	50	83	40	50	90	80
Витязь	31	34	65	34	40	74	42	48	90	76
Аriana	28	33	61	32	43	75	41	41	82	73
Stirling	31	47	78	38	38	76	45	58	103	86
Impala	27	46	73	32	35	67	40	48	88	76
Paloma	28	39	67	32	35	67	40	42	82	72
Renata	27	36	63	39	34	73	47	47	94	77
Кабан	28	40	68	30	37	67	40	48	88	74
Степняк	27	40	67	31	38	69	39	53	92	76
Глориоза	24	40	64	32	52	84	34	60	94	81
Стоян	30	44	74	33	36	69	47	44	91	78
Шал	29	44	73	32	35	67	41	52	93	78
Феникс	29	40	69	34	37	71	39	50	89	76
Юбиляр	28	40	68	30	36	66	38	48	86	73
Madonna	27	34	61	31	35	66	39	44	83	70

Отзывчивость сортов на меняющиеся погодные условия была различна. Наибольшим изменениям вегетационного периода по годам подверглись следующие сорта: Глянс ($V_{cp} = 24,3\%$), Renata ($V_{cp} = 20,6\%$), Глориоза ($V_{cp} = 18,9\%$). Более стабильные показатели отмечены у сортов Paloma ($V_{cp} = 12,0\%$), Рассвет ($V_{cp} = 12,7\%$), Profi ($V_{cp} = 13,7\%$).

При сравнении продолжительности вегетационного периода у листочковых и усатых образцов нашей выборки обнаружено, что продолжительность вегетационного периода листочковых образцов составляла 77 суток, тогда как образцов с усатым типом листа – 74 дня, однако для получения более объективных данных необходимо проведение исследований на большем количестве образцов и за более продолжительный период.

ВЫВОДЫ

1. Наибольшей продолжительностью вегетационный период гороха характери-

зовался в избыточно увлажненном 2020 г., наиболее продолжительным являлся период «цветение–созревание» (38–49 суток), самым коротким – «посев–всходы» (18–27 дней). Вегетационный период характеризовался средней изменчивостью ($V_{cp} = 16,5\%$) с максимальным значением коэффициента вариации в период «всходы–цветение» ($V_{cp} = 18,6\%$).

2. Выявлена прямо пропорциональная зависимость продолжительности вегетационного периода от суммы осадков ($r = 0,979$) и обратно пропорциональная от средней температуры воздуха ($r = -0,982$). По всем периодам с температурой корреляция была отрицательной, с суммой осадков – положительной, за исключением периода «посев–всходы» ($r = -0,867$).

3. Для селекции на скороспелость рекомендуется использовать сорт Profi канадской селекции с усатым типом листа, характеризующийся средней положительностью вегетационного периода – 66 суток.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *A reference genome for pea provides insight into legume genome evolution* / J. Kreplak, M.-A. Madoui, P. Capal [et al.] // *Nature Genetics*. – 2019. – Vol. 51. – P. 1411–1422.
2. *Pea pollen viability and seed set response at high night temperatures* / Y. Jiang, A.R. Davis, T.D. Warkentin, R.A. Bueckert // *Canadian Journal of Plant Science*. – 2020. – Vol. 100 (3). – P. 332–335.

3. Зотиков В.И., Сидоренко В.С., Грядунова Н.В. Развитие производства зернобобовых культур в Российской Федерации // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 2 (26). – С. 4–9.
4. Пономарёва С.В., Селехов В.В. Влияние погодных условий на урожайность и качество сортов гороха // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2017. – № 1 (56). – С. 20–29.
5. Singh A.K., Srivastava C.P. Effect of plant types on grain yield and lodging resistance in pea (*Pisum sativum* L.) // *Indian J. Genet.* – 2015. – Vol. 4 (75). – P. 69–74.
6. Кожухова Е.В. Параметры продуктивности полукарликовых линий гороха посевного // Достижения науки и техники АПК. – 2019. – № 7. – С. 17–20. – DOI: 10.24411/0235-2451-2019-10704.
7. Пислегина С.С., Четвертных С.С. Влияние погодных условий на продолжительность вегетационного периода и продуктивность гороха // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2020. – № 21(5). – С. 521–530.
8. Вегетационный период коллекционных образцов гороха / А.П. Коробов, Н.А. Коробова, А.А. Лысенко, Ю.В. Шапошникова // Известия ОГАУ. – 2016. – № 3 (59). – С. 52–55.
9. Стригун В.М. Влияние факторов внешней среды на продолжительность вегетационного периода гороха овощного (*Pisum sativum* L.) // *Plant Varieties Studying and Protection.* – 2014. – № 4 (25) – С. 63–67.
10. Ашиев А.Р. Исходный материал гороха (*Pisum sativum* L.) и его селекционное использование в условиях редуральной степи Республики Башкортостан: дис. ...канд. с.-х. наук. – Казань, 2014. – 184 с.
11. Литвинчук О.В. Изучение вегетационного периода селекционных образцов гороха в таежной зоне // Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 12. – С. 35–37.
12. Assessment of genetic variability, genetic advance and correlation coefficient in quantitative traits of field pea (*Pisum sativum* L.) Genotypes / Barkat Ali, Raziuddin, Izhar Ullah [et al]. // *Bioscience Research.* – 2020. – Vol. 6(4). – P. 3769–3780.
13. Браилова И.С., Филатова И.А. Коллекция гороха – источник хозяйственно ценных признаков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. – №3 (31). – С. 27–33.
14. Путина О.В., Беседин А.Г. Адаптивная способность и стабильность генотипов гороха овощного разных групп спелости // Овощи России. – 2020. – № (4). – С. 45–49. – <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2020-4-45-49>.
15. Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур / ВАСХНИЛ. – Л.: ВИР, 1975. – 59 с.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) — Изд. 6-е, перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 2011. — 351 с.

REFERENCES

1. Kreplak J., Madoui M.-A., Cápál P. [et al.], A reference genome for pea provides insight into legume genome evolution, *Nature Genetics*, 2019, Vol. 51, pp. 1411–1422.
2. Jiang Y., Davis A.R., Warkentin T.D., Bueckert R.A., Pea pollen viability and seed set response at high night temperatures, *Canadian Journal of Plant Science*, 2020, Vol. 100 (3), pp. 332–335.
3. Zotikov V.I., Sidorenko V.S., Gryadunova N.V., *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2018, No. 2 (26), pp. 4–9. (In Russ.)
4. Ponomareva S.V., Selekhov V.V., *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2017, No. 1 (56), pp. 20–29. (In Russ.)
5. Singh A.K., Srivastava C.P., Effect of plant types on grain yield and lodging resistance in pea (*Pisum sativum* L.), *Indian J. Genet.*, 2015, Vol. 4(75), pp. 69–74.
6. Kozhukhova E.V., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2019, No. 7, pp. 17–20. (In Russ.)
7. Pislegina S.S., Chetvertnykh S.S., *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka*, 2020, No. 21(5), pp. 521–530. (In Russ.)
8. Korobov A.P., Korobova N.A., Lysenko A.A., Shaposhnikova Yu.V., *Izvestiya OGAU*, 2016, No. 3 (59), pp. 52–55. (In Russ.)

9. Strigun V.M., *Plant Varieties Studying and Protection*, 2014, No. 4 (25), pp. 63–67. (In Russ.)
10. Ashiev A.R., *Iskhodnyy material gorokha (Pisum sativum L.) i ego selektsionnoe ispol'zovanie v usloviyakh gredural'skoy stepi Respubliki Bashkortostan (Initial material of peas (Pisum Sativum L.) and its selective use in the conditions of the Ural steppe of the Republic of Bashkortostan)*, candidate's thesis, 2014, 184 p. (In Russ.)
11. Litvinchuk O.V. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2014, No. 12, pp. 35–37. (In Russ.)
12. Barkat Ali, Raziuddin, Izhar Ullah [et al.], Assessment of genetic variability, genetic advance and correlation coefficient in quantitative traits of field pea (*Pisum sativum L.*) Genotypes, *Bioscience Research*, 2020, Vol. 6(4), pp. 3769–3780.
13. Brailova I.S., Filatova I.A., *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2019, No. 3 (31), pp. 27–33. (In Russ.)
14. Putina O.V., Besedin A.G., *Ovoshchi Rossii*, 2020, No. 4, pp. 45–49. (In Russ.)
15. *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kolleksii zernovykh bobovykh kul'tur* (Guidelines for the study of the collection of grain legumes), VASKhNIL, Leningrad: VIR, 1975, 59 p. (In Russ.)
16. Dospikhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Agropromizdat, 2011, 351 p.

ВЛИЯНИЕ ИНОКУЛЯЦИИ КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ БАКТЕРИЯМИ РОДА *BACILLUS* НА ПОПУЛЯЦИЮ РИЗОСФЕРНЫХ МИКРООРГАНИЗМОВ^{1,2}В.С. Масленникова, аспирант¹В.П. Цветкова, кандидат сельскохозяйственных наук¹С.М. Нерсисян, аспирант^{1,2}Е.В. Бедарева, аспирант²Г.В. Калмыкова, кандидат биологических наук^{1,2}И.М. Дубовский, доктор биологических наук¹Л.А. Литвина, кандидат биологических наук,
доцент

Ключевые слова: биологические агенты, бактерии рода *Bacillus*, картофель, почвенная микрофлора, биологическая защита растений, ризосфера

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия²Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий, р.п. Краснообск, Новосибирской обл., Россия

E-mail: vera.cvetkova.23.05@mail.ru

Реферат. Понимание эффективности и потенциального механизма действия биологических агентов на различных почвенных профилях и культурах позволяет дать более точные рекомендации по их применению и в конечном итоге приводит к увеличению урожайности сельскохозяйственных культур. В работе исследованы состав и структура микробного сообщества почвы при предпосадочной инокуляции клубней картофеля сорта Тулеевский штаммами рода *Bacillus*: *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni*, *B. thuringiensis* ssp. *dacota*, *B. subtilis*, *B. licheniformis* в 2019–2020 гг. в Новосибирской области, УПХ «Сад мичуринцев» Новосибирского ГАУ. Наиболее эффективным штаммом оказался *B. thuringiensis* vs. *dacota*, оказывающий многостороннее положительное влияние на почвенную микрофлору. Наиболее сильный эффект на бактерии-аммонификаторы оказал штамм *B. thuringiensis* vs. *morrisoni*. Все бактериальные штаммы угнетали развитие грибов родов *Fusarium* и *Penicillium*. Бактерии, усваивающие минеральный азот, развивались активнее всего при применении *B. thuringiensis* vs. *dacota* в 2019 г., а *B. thuringiensis* vs. *morrisoni* – в 2020 г. На группу целлюлозоразрушающих и азотфиксирующих бактерий большинство штаммов оказали положительное действие, но самую высокую стимуляцию роста бактерий показал *B. thuringiensis* vs. *dacota*, а *B. subtilis* угнетал данную группу. Штамм *Bacillus licheniformis* проявил антагонистические свойства в отношении фитопатогенов, что также представляет большой потенциальный интерес для его использования в растениеводстве.

INFLUENCE OF POTATO TUBERS INOCULATION BY THE BACILLUS BACTERIA ON THE POPULATION OF RHIZOSPHERIC MICROORGANISMS^{1,2}V.S. Maslennikova, Postgraduate student¹V.P. Tsvetkova, PhD in Agricultural Sciences¹S.M. Nersesyan, Postgraduate student^{1,2}E.V. Bedareva, Postgraduate student²G.V. Kalmykova, PhD in Biological Sciences^{1,2}I.M. Dubovsky, Doctor of Biological Sciences¹L.A. Litvina, PhD in Biological Sciences, Associate Professor¹Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Novosibirsk State Agrarian University”, Novosibirsk, Russia²Siberian Federal Scientific Centre of AgroBioTechnologies of the Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

Keywords. Biological agents, bacteria of genus *Bacillus*, potato, soil microflora, biological plant protection, rhizosphere.

Abstract. *Estimation of the effectiveness and potential mechanism of action of biological agents on various soil profiles and crops allows more accurate recommendations for their application, and ultimately leads to an increase in crop yields. In the article is researched the composition and structure of the soil microbial community during pre-planting inoculation of potato tubers of the Tuleevsky variety with strains of the g. Bacillus: B. thuringiensis ssp. morrisoni; B. thuringiensis sp. dacota; B. subtilis; B. liheniformis during 2019-2020 in the Novosibirsk region, Novosibirsk, Educational and Production Facility «Sad Michurintsev» of the Novosibirsk State Agrarian University. The most effective strain was B. thuringiensis vs. dacota, which has a multilateral positive effect on soil microflora. The strongest effect on ammonifying bacteria was shown by B. thuringiensis vs. morrisoni. All bacterial strains inhibited the development of Fusarium and Penicillium fungi. Bacteria those assimilate the mineral nitrogen developed most actively during application of B. thuringiensis vs. dacota in 2019, and B. thuringiensis vs. morrisoni in 2020. Most of the strains had a positive effect on the group of cellulose-destroying and nitrogen-fixing bacteria, but B. thuringiensis vs. dacota showed the highest stimulation of bacterial growth, while B. subtilis oppressed this group. Bacillus liheniformis strain showed antagonistic features against phytopatogens, which also represents a great potential interest for its use in crop production.*

Устойчивое земледелие характеризуется использованием природных источников и биологических средств при минимализации химических нагрузок. Химизация и интенсификация сельского хозяйства ведут к обеднению почвенного микробного сообщества, а следовательно, к снижению плодородия почв и ухудшению фитопатогенной ситуации. Наиболее опасными с точки зрения отрицательного эффекта на микроорганизмы являются фунгициды, особенно препараты с широким спектром действия и длительным

периодом сохранения в почве. Такие соединения могут в сильной степени подавлять развитие микроскопических грибов и частично бактерий, в том числе и азотфиксирующих, что может привести к нарушениям равновесия в почве. Микрофлора ризосферной почвы растений, с одной стороны, выполняет важные экологические функции деструктора органических соединений, а с другой – является естественным биостерилизатором патогенных организмов [1].

Известно, что микробиота ризосферы растений важна для здорового роста и развития хозяина [2, 3]. Было подтверждено, что микробное сообщество играет важную роль в системе почвенной среды, воздействует на биогеохимические циклы, такие как циклы азота [4], серы [5] и углерода [6].

Важнейшим механизмом взаимодействия в растительно-бактериальных ассоциациях является продукция фитогормонов. Фитогормоны регулируют рост и развитие растений. Например, ауксины стимулируют развитие корневой системы, регулируют дифференцировку органов и др. Эти вещества необходимы им как для собственного развития, так и для установления связей с растениями и другими почвенными микроорганизмами [7–10]. В целом продуценты различных фитогормонов обнаружены среди ризобактерий родов *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Agrobacterium*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Clostridium*, *Bacillus* [11].

Для микрофлоры ризосферы и ризопланы растений характерно наличие грамотрицательных бактерий родов *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Agrobacterium*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Pseudomonas*, *Xantomonas* и др., грамположительных бактерий рода *Bacillus*, актинобактерий родов *Nocardia*, *Micromonospora*, *Streptomyces* и др., микроскопических грибов родов *Penicillium*, *Gliocladium*, *Talaromyces*, *Humicola* и др. [12].

Широко используются приемы предпосевной инокуляции различными биоагентами, имеются довольно полные научные сведения об их действии на рост и развитие растений, однако практически отсутствуют данные по микрофлоре ризосферной почвы основных сельскохозяйственных культур. В связи с этим изучение состава и структуры микробного сообщества почвы ризосферной фракции, а также исследование влияния биологических препаратов на их изменения представляет большой научный интерес.

Ранее нами было показано фунгицидное и ростостимулирующее действие бактерий рода *Bacillus* на картофеле [13], однако изуче-

ние его влияния на почвенную микробиоту остается актуальным.

Цель исследования – оценка влияния инокуляции клубней картофеля бактериями рода *Bacillus* на численность ризосферных микроорганизмов.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Полевые опыты проводились в Новосибирской области, УПХ «Сад мичуринцев» Новосибирского ГАУ, в 2019–2020 гг. по методике Б.А. Доспехова [14]. Микробиологические тесты были выполнены в лаборатории биологической защиты и биотехнологии Новосибирского ГАУ. Объекты исследования: среднеранний картофель сорта Тулеевский (оригинатор – ГНУ Кемеровский НИИСХ Россельхозакадемии), штаммы рода *Bacillus*: *B. thuringiensis* ssp. *morrisoni* (Btm), *B. thuringiensis* ssp. *dacota* (Btd), *B. subtilis* (Bs), *B. licheniformis* (Bl) (предоставленные микробиологами из СФНЦА РАН – кандидатами биологических наук Г.В. Калмыковой, Н.И. Акуловой).

Почва опытного участка – серая лесная тяжелосуглинистая на бескарбонатном тяжелом суглинке. Обеспеченность гумусом пахотного слоя – 4,5%, реакция среды по pH – около 6,3, обеспеченность нитратным азотом достаточно низкая (менее 10 мг/кг), фосфором – повышенная (до 13 мг/100 г), калием – средняя (около 6 мг/100 г). Предшественник – пар. Густота посадки – 40,8 тыс/га, схема посадки 0,7 x 0,35 м. Площадь учетной делянки – 60 м², повторность – трехкратная.

Клубни перед посадкой были обработаны согласно схеме опыта: контроль (обработка водой); Bs (титр $2,0 \cdot 10^6$ КОЕ/мл); Bl (титр $5,1 \cdot 10^6$ КОЕ/мл); Btm (титр $2,7 \cdot 10^6$ КОЕ/мл); Btd (титр $5,6 \cdot 10^6$ КОЕ/мл).

Численность микроорганизмов определяли методом почвенных разведений [15]. Повторность микробиологических учетов – пятикратная. Учет численности почвенных микроорганизмов проводили на 4-ю неделю после посадки (15–20 июня) из образцов, взятых из

прикорневой зоны растений картофеля каждого варианта.

Агротехника включала зяблевую вспашку в конце сентября – начале октября, весной – вспашку, культивацию (15–20 см). Посадка проводилась вручную 25 мая (2019 г.) и 14 мая (2020 г.). Уход за посадками включал внесение удобрений «Кемира картофельное» (30–40 г/м² почвы), прополку, окучивание. Уборка производилась вручную.

Статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа с использованием пакета прикладных компьютерных программ GraphPad Prism.

Важными условиями, определяющими развитие почвенных микроорганизмов, являются температура и влажность почвы и воздуха, которые представлены на рис. 1 и 2.

Май 2019 г. был холодным и дождливым. Осадков выпало на 6,4 мм больше среднеголетнего значения (37 мм), температура составила 10,6 °С. Температура в июне (16,3 °С) была чуть ниже по сравнению со среднеголетними данными (16,9 °С). В июне и августе стояла устойчивая воздушная засуха (осадков выпало всего 33–47 % от нормы), что не способствовало развитию почвенных микроорганизмов. В июле выпало 98 мм осадков, что составило 161,0 % от среднемесячной суммы осадков, а температура составила 19,2 °С. Гидротермический коэффициент (ГТК) за вегетацию составил 1,1, что характеризует условия естественного увлажнения как удовлетворительные (см. рис. 1).

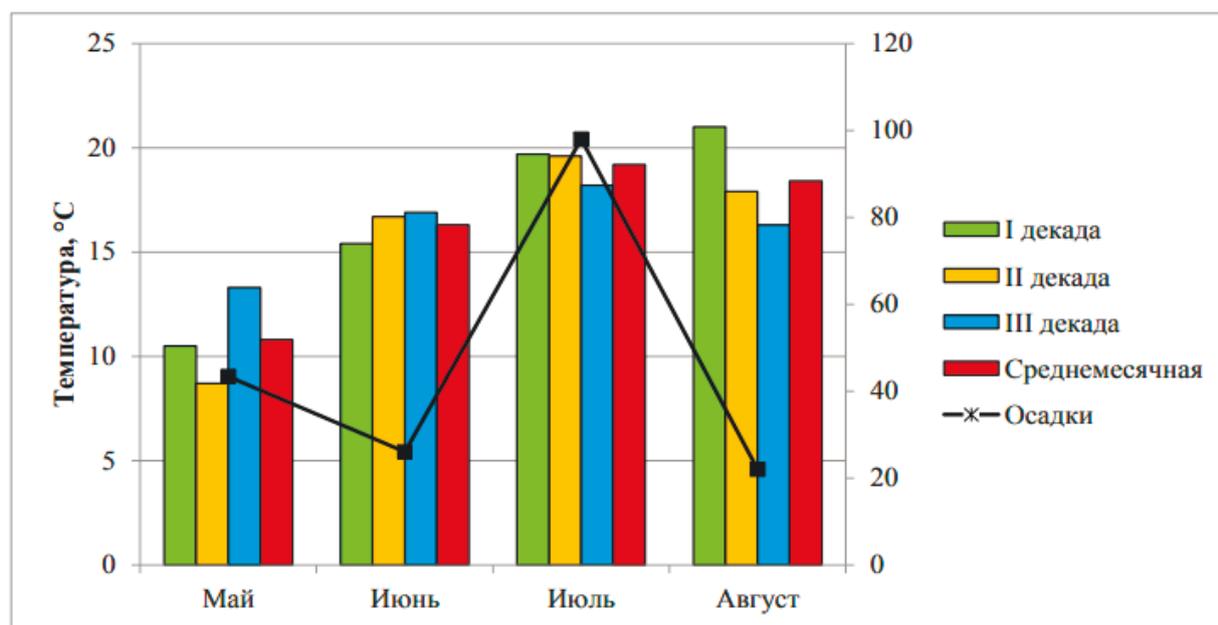


Рис. 1. Агроклиматическая характеристика вегетационного периода 2019 г. (по ГМС «Огурцово»)

Fig. 1. Agroclimatic characteristics of the 2019 growing season. (based on data from the SMS (State Meteorological Station “Ogurtsovo”)

Май 2020 г. был теплым и дождливым. Осадков выпало на 24 мм больше среднеголетнего значения (36,8 мм), температура составила 14,8 °С. Температура в июне (15,9 °С) была немного ниже по сравнению со среднеголетними данными (16,9 °С). В июне

стояла устойчивая воздушная засуха (осадков выпало всего 66 % от нормы), а вот в июле выпало 95 мм осадков 135,7 % от среднемесячной суммы, а температура составила 19,1 °С, что способствовало развитию почвенных микроорганизмов (см. рис. 2).

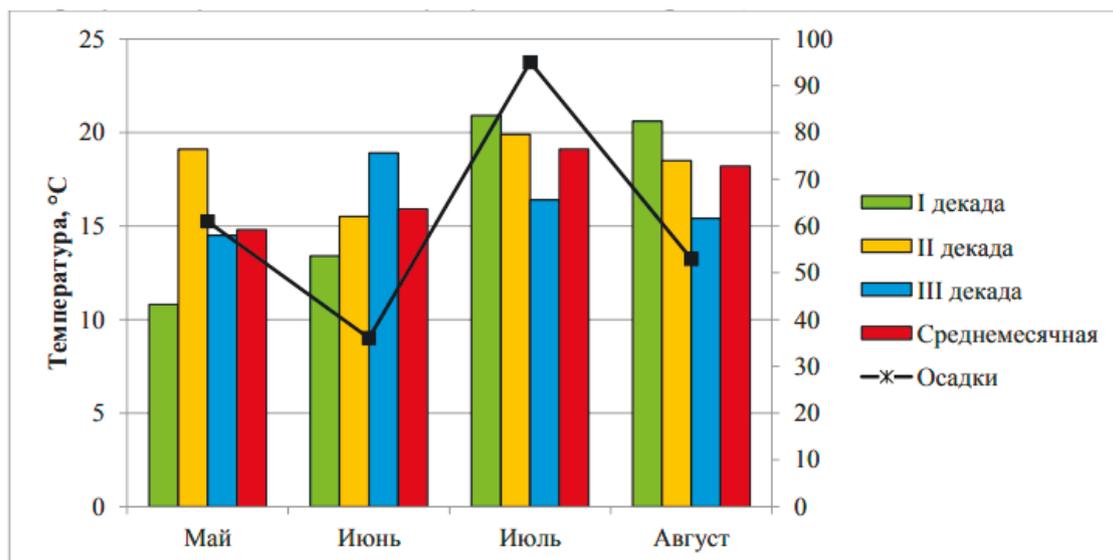


Рис. 2. Агроклиматическая характеристика вегетационного периода 2020 г. (по ГМС «Огурцово»)

Fig. 2. Agroclimatic characteristics of the growing season 2020. (from data of the SMS (State Meteorological Station “Ogurtsovo”))

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Одним из важных показателей активности биологических процессов в почве является отношение численности микроорганизмов, развивающихся на крахмало-аммиачном (КАА) агаре и характеризующих процесс преобразования аммиачного азота, к численности микроорганизмов, учтенных посевом на мясо-пептонном агаре (МПА) и контролирующих превращение белковых веществ почвы [16].

Полученные данные показывают, что в первый год в почве всех исследуемых вариантов преобладали аммонификаторы, что подтверждает усиление гумификационных процессов и накопление аммонийных форм азота. В контрольном варианте 2020 г. преобладали бактерии, усваивающие минеральный азот, и соответственно там процессы были направ-

лены в сторону минерализации органического вещества и накопления нитратных форм азота. В вариантах В1 и В2а данные процессы были сбалансированы, так как коэффициент минерализации близок к 1, а в вариантах В3 и В2д направленность микробиологических процессов трансформации органических и минеральных веществ в этот период вегетации сохранилась (табл. 1, рис. 3).

Олиготрофная микрофлора завершает разложение остатков свежего органического вещества. Олиготрофы не выносят высокие концентрации органических веществ и потребляют вещества из растворов с низкой концентрацией как азотсодержащих (олигонитрофилы – Эшби), так и органических углеродсодержащих (олигокарбофилы – ГА) соединений. Численность олиготрофной микрофлоры в первый год была представлена олигокарбофилами, которые питаются мизер-

ными количествами органического углерода, и их большое количество может указывать на обедненность почвы этим элементом. Мы наблюдали увеличение количества данных микроорганизмов в вариантах Bta и Btd в сравнении с контролем, но коэффициент олиготрофности оказался ниже, чем в контроле, потому что численность остальных групп микроорганизмов в них также была высока. На основании этого можно сделать вывод, что почва была обеспечена доступными питательными

элементами для всех групп микроорганизмов и данные опытные варианты стимулировали развитие олигокарбофилов.

Во второй год была исследована численность бактерий-олигонитрофилов, способных развиваться при незначительных количествах азота в среде и способных к фиксации атмосферного азота. Количество азотфиксирующих бактерий в почве значительно увеличила обработка штаммом *B. thuringiensis* vs. *dacota*.



Контроль



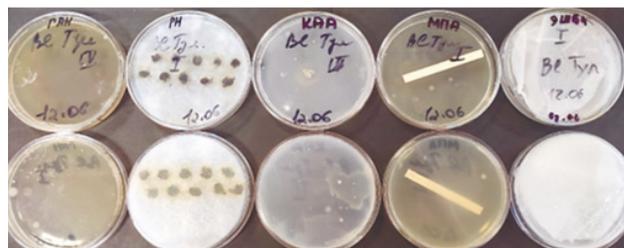
B. thuringiensis vs. *morrisoni* (109)



B. thuringiensis vs. *dacota* (37)



Bacillus subtilis (Bs)



Bacillus licheniformis (Bl)

Рис. 3. Влияние изучаемых агентов на рост колоний микроорганизмов на средах (слева направо): Ганзена, Гетченсона, крахмало-аммиачной агаре, мясо-пептонном агаре, Эшби, Чапека

Fig. 3. Effect of studied preparations on microbial colony growth on media (from left to right): Ganzen, Getchenson, starch ammonia agar, meat-peptone agar, Ashby, Chapek.

Таблица 1

Влияние штаммов на микробиоту почвы («Сад мичуринцев», 2019–2020 гг.)

Показатели	Контроль		BS		BL		BTM		BTD	
	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.	2019 г.	2020 г.
Влажность почвы, %	11,9	15,92	13,8	15,92	11,9	15,92	14,2	15,92	12,7	15,92
Общая численность почвенной микрофлоры, $\times 10^4$ КОЕ/1 г абсолютносухой почвы	6,802	0, 276	6,155	0,259	5,952	0,342	9,872*	0,425	7,722	0, 509*
Численность сапротрофных почвенных грибов (среда Чапека), КОЕ/1 г абсолютносухой почвы	1243,8	523,1	1156,8	380,6*	1185,8	666,0	1608,8*	475,7	1244,6	142,7*
Численность грибов рода <i>Fusarium</i> (среда Чапека), КОЕ/1 г абсолютно сухой почвы	350,8	109	202,6*	57*	258,4*	80*	270,2*	10*	288,6*	66*
Численность грибов рода <i>Penicillium</i> (среда Чапека), КОЕ/1 г абсолютно сухой почвы	198,4	176	342,4*	19,9*	141,2*	13,3*	286,8*	38,5*	325,6*	20,9*
Заселенность почвы грибами рода <i>Fusarium</i> на селективной питательной среде (КДА), КОЕ/1 г абсолютно сухой почвы	381,8	233	329,2	230	260,6*	124*	312,0	309*	287,2*	71*
Количество актиномицетов в почве (среда – крахмало-аммиачный агар), $\times 10^5$ КОЕ/1 г абсолютно сухой почвы	0,606	18,6	0,536	3,2*	0,167*	23,3	0,409	19,5	0,309*	32,8*
Численность бактерий, усваивающих органический азот (среда – мясопептонный агар), $\times 10^5$ КОЕ/1 г абсолютносухой почвы	19,39	12,4	33,94*	2,8*	27,94*	12,8*	32,29*	12,4	30,01*	29,0*
Численность бактерий, усваивающих минеральный азот (среда – крахмало-аммиачный агар), $\times 10^5$ КОЕ/1 г абсолютно сухой почвы	4,08	24,7	3,53	0,9*	5,49*	7,1*	4,57	50,4*	5,85*	27,1
Численность бактерий - олиготрофов (среда – голодный агар), $\times 10^5$ КОЕ/1 г абсолютносухой почвы	4,08	1,32	2,44*	0,12*	4,32	0,93	5,90*	0,8	6,54*	0,34*
Численность целлюлозоразрушающих бактерий (среда Гетчинсона), $\times 10^5$ КОЕ/1 г абсолютно сухой почвы	5,73	0,71	7,39*	0,14*	7,05*	0,96	8,47*	0,32*	9,51*	1,38*
Минерализационный коэффициент КАА/МПА	0,21	1,32	0,10	0,12*	0,19	0,93	0,14	0,8	0,19	0,34*
Коэффициент олиготрофности ГА/МПА	0,21	0,71	0,07*	0,14*	0,16	0,96	0,18	0,32*	0,22	1,38*

*P <0,05.

Грибы представляют собой неотъемлемую часть почвенного ценоза и являются активными гидролитиками полимерных углеводных субстратов остатков растений.

При осуществляемом ими гидролизе в почву поступают легкодоступные соединения. Анализ микроскопических почвенных грибов показал, что исследуемые штаммы способны

стимулировать грибную микрофлору: общая численность микроскопических грибов по сравнению с контролем была увеличена в варианте *B. thuringiensis* vs. *morrisoni* в первый год и во всех вариантах, кроме *B. subtilis*, – во второй. Несмотря на это, численность таких фитопатогенных грибов, как *Fusarium* и *Penicillium*, была значительно ниже контроля в большинстве вариантов опыта, особенно во второй год, что может свидетельствовать об их антагонистических свойствах и накопительном эффекте.

Группа бактерий целлюлозолитиков положительно отреагировала на интродукцию всех видов бацилл в первый год, а во второй ее стимуляция проявилась только при обработках *Bacillus liheniformis* и *B. thuringiensis* vs. *dacota*.

Количество актиномицетов было низким в оба года исследования, это связано с тем, что отборы проводились в начале лета, когда влажность почвы была достаточной, что неблагоприятно для развития актиномицетов, а также участия их на последних стадиях минерализации. Соответственно, данная группа микроорганизмов слабо развивалась в исследуемый период.

ВЫВОДЫ

1. Применение бактериальных штаммов способом обработки посадочного материала картофеля в оба года исследований обеспечивало стабильное воздействие на почвенное микробиологическое сообщество. Исследуемые штаммы стимулировали раз-

витие бактерий-аммонификаторов. Наиболее сильный эффект на данную группу оказал штамм *B. thuringiensis* vs. *morrisoni*.

2. Бактерии, усваивающие минеральный азот, развивались активнее всего при применении *B. thuringiensis* vs. *dacota* в 2019 г., а *B. thuringiensis* vs. *morrisoni* – в 2020 г.

3. На группу целлюлозоразрушающих бактерий большинство штаммов оказали положительное действие, но самую высокую стимуляцию роста бактерий показал *B. thuringiensis* vs. *dacota*.

4. Стимулирующий эффект на группу азотфиксирующих бактерий оказал только *B. thuringiensis* vs. *dacota*, *B. subtilis* угнетал данную группу, а остальные штаммы были нейтральны.

5. Все бактериальные штаммы угнетали развитие грибов родов *Fusarium* и *Penicillium*. Наивысшую антагонистическую активность проявили *Bacillus liheniformis* и *B. thuringiensis* vs. *dacota*.

6. Наиболее эффективным является штамм *B. thuringiensis* vs. *dacota*, оказывающий многостороннее положительное влияние на почвенную микрофлору. Полифункциональное положительное действие оказал также штамм *B. thuringiensis* vs. *morrisoni*, а штамм *Bacillus liheniformis* проявил антагонистические свойства в отношении фитопатогенов, что представляет большой практический интерес для оздоровления почв и выращиваемой растениеводческой продукции.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-316-90006.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Паркина И.Н. Особенности биологической активности почвы в фитогенном поле березы повислой // Вестник Самарского ГУ. – 2006. – № 7 (47). – С. 148–151.
2. Sturz A.V. The role of endophytic bacteria during seed piece decay and potato tuberization // Plant Soil. – 1995. – Vol. – P. 257–263.
3. The bacterial community in potato is recruited from soil and partly inherited across generations / F. Buchholz, L. Antonielli, T. Kostić, A. Sessitsch, B. Mitter // PLoS ONE. – 2019. – Vol. 14(11): e0223691. – <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223691>.
4. Prosser J.I., Nicol G.W. Relative contributions of archaea and bacteria to aerobic ammonia oxidation in the environment // Environ Microbiol. – 2008. – Vol. 10(11). – P. 2931-2941. – <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2008.01775.x>.

5. *Influence of water management on the active root-associated microbiota involved in arsenic, iron, and sulfur cycles in rice paddies* / S. Zecchin, A. Corsini, M. Martin [et. al.] // *Appl Microbiol Biotechnol.* – 2017. – Vol. 101. – P. 6725–6738. – <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8382-6>.
6. *Gross phosphorus fluxes in a calcareous soil inoculated with Pseudomonas protegens CHA0 revealed by 33P isotopic dilution* / G. Meyer, E.K. Bünemann, E. Frossard [et al.] // *Soil Biol. Biochem.* – 2017. – Vol. 104. – P. 81-94. – <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.10.001>.
7. Моргун В.В., Коць С.Я., Кириченко Е.В. Ростстимулирующие ризобактерии и их практическое применение // Физиология и биохимия культурных растений. – 2009. – Т. 41, № 3. – С. 187–207.
8. Взаимодействие ризосферных бактерий с растениями: механизмы образования и факторы эффективности ассоциативных симбиозов (обзор) / А.И. Шапошников, А.А. Белимов, Л.В. Кравченко., Д.М. Виванко // Сельскохозяйственная биология. – 2011. – № 3. – С. 16–22.
9. Ланкина Е.П., Хижняк С.В., Кулижский С.П. Перспективы использования смешанных культур психрофильных и психротолерантных бактерий в биологической защите растений от болезней // Вестник КрасГАУ. – 2013. – № 4. – С. 101–105.
10. Afzal M., Khan Q., Sessitsch A. Endophytic bacteria: Prospects and applications for the phytoremediation of organic pollutants // *Chemosphere.* – 2014. – Vol. 117. – P. 232–242. – <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.06.078>.
11. Koul V., Adholeya A., Kochar M. Sphere of influence of indole acid and nitric oxide in bacteria // *J. Basic Microbiol.* – 2015. – Vol. 55, N 5. – P. 543–553. – <https://doi.org/10.1002/jobm.201400224>.
12. *Structure and function of bacterial microbiota of plants* / D. Bulgarelli, K. Schlaeppi, S. Spaepen, [et al.] // *Annu. Rev. Plant Biol.* – 2013. – V. 64. – P. 807–838. – <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120106>.
13. Улучшение фитосанитарного состояния и продуктивности картофеля под действием перспективных штаммов бактерий рода *Bacillus* / Е.В. Шелихова, В.С. Масленникова, В.П. Цветкова, Г.В. Калмыкова, И.М. Дубовский // Аграрная наука. – 2021. – № 348 (4). – С. 91–96.
14. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Альянс, 2014. – 350 с.
15. Сэги Йо. Методы почвенной микробиологии / Йо Сэги, И.Ф. Куренной; под ред. и с предисл. акад. ВАСХНИЛ Г.С. Муромцева. – М.: Колос, 1983. – 294 с.
16. Надежкин С.М. Подвижные формы органического вещества в полевых агроценозах // Системы воспроизводства плодородия почв в ландшафтном земледелии: материалы Всерос. науч.-практ. конф., г. Белгород. – 2001. – С. 139-141.

REFERENCES

1. Parkina I.N., *Vestnik Samarskogo GU*, 2006, No. 7 (47), pp. 148-151. (In Russ.)
2. Sturz A.V., The role of endophytic bacteria during seed piece decay and potato tuberization, *Plant Soil*, 1995, Vol. , pp. 257–263.
3. Buchholz F., Antonielli L., Kostić T., Sessitsch A., Mitter B., The bacterial community in potato is recruited from soil and partly inherited across generations, *PLoS ONE*, 2019, Vol. 14(11), e0223691, <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223691>.
4. Prosser J.I., Nicol G.W., Relative contributions of archaea and bacteria to aerobic ammonia oxidation in the environment, *Environ Microbiol*, 2008, Vol. 10(11), pp. 2931–2941, <https://doi.org/10.1111/j.1462-2920.2008.01775.x>.
5. Zecchin S., Corsini A., Martin M. [et. al.], Influence of water management on the active root-associated microbiota involved in arsenic, iron, and sulfur cycles in rice paddies, *Appl Microbiol Biotechnol*, 2017, Vol. 101, pp. 6725–6738, <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8382-6>.
6. Meyer G., Bünemann E.K., Frossard E., Maurhofer M., Mäder P., Oberson A., Gross phosphorus fluxes in a calcareous soil inoculated with *Pseudomonas protegens* CHA0 revealed by 33P isotopic dilution, *Soil Biol. Biochem.*, 2017, Vol. 104, pp. 81-94, <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.10.001>.
7. Morgun V.V., Koz S.Ya., Kirichenko E.V., *Fiziologiya i biokhimiya kul'turnykh rasteniy*, 2009. T. 41, No. 3, pp. 187–207. (In Russ.)

8. Shaposhnikov A.I., Belimov A.A., Kravchenko L.V., Vivanko D.M., *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*, 2011, No. 3, pp. 16–22. (In Russ.)
9. Lankina E.P., Khizhnyak S.V., Kulizhsky S.P., *Vestnik KrasGAU*, 2013, No. 4, pp. 101–105. (In Russ.)
10. Afzal M., Khan Q., Sessitsch A., Endophytic bacteria: Prospects and applications for the phytoremediation of organic pollutants, *Chemosphere*, 2014, Vol. 117, pp. 232–242, <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2014.06.078>.
11. Koul V., Adholeya A., Kochar M. Sphere of influence of indole acid and nitric oxide in bacteria, *J. Basic Microbiol.*, 2015. – Vol. 55, No. 5, pp. 543–553, <https://doi.org/10.1002/jobm.201400224>.
12. Bulgarelli D., Schlaeppli K., Spaepen S., Ver Loren van Themaat E., Schulze-Lefert P., Structure and function of bacterial microbiota of plants, *Annu. Rev. Plant Biol.*, 2013, Vol. 64, pp. 807–838, <https://doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120106>.
13. Shelikhova E.V., Maslennikova V.S., Tsvetkova V.P., Kalmykova G.V., Dubovsky I.M., *Agrarnaya nauka*, 2021, No. 348 (4), pp. 91-96. (In Russ.)
14. Dosphehov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)). Moscow: Alliance, 2014, 350 p.
15. Segi Yo., *Metody pochvennoy mikrobiologii* (Methods of soil microbiology), Moscow: Kolos, 1983, 294 p.
16. Nadezhkin S.M., *Sistemy vosпроизводства plodorodiya pochv v landshaftnom zemledelii* (Systems of reproduction of soil fertility in landscape agriculture), Materials of All-Russian scientific-practical Conf., Belgorod, 2001, pp. 139-141. (In Russ.)

ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ОЗИМОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ АДАПТИВНОСТИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ

К.К. Мусинов, младший научный сотрудник;

И.Е. Лихенко, доктор сельскохозяйственных наук

А.С. Сурначёв, младший научный сотрудник

Сибирский научно-исследовательский институт
растениеводства и селекции – филиал Института
цитологии и генетики Сибирского отделения РАН, р.п. Краснообск Новосибирской обл, Россия

E-mail: musinov29@gmail.com

Ключевые слова: пшеница мягкая озимая, сорт, продуктивность, адаптивность, пластичность, стрессоустойчивость

Реферат. Один из основных способов получения стабильно высоких урожаев в сибирских условиях — это использование адаптивных сортов. В решении данной проблемы основную роль играет селекция. Успехи в селекции на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам зависят от правильного выбора исходных родительских форм для скрещивания. Цель исследования – оценка сортов и перспективных селекционных линий пшеницы мягкой озимой различного эколого-географического происхождения по параметрам продуктивности и адаптивного потенциала. Представлены результаты изучения 68 сортов и селекционных линий озимой мягкой пшеницы. Исследования проводили на опытном поле Сибирского НИИ растениеводства и селекции – филиала Института цитологии и генетики СО РАН. Самые благоприятные условия для формирования урожая озимой пшеницы сложились в 2021 г. ($I_j = 125,1$). Наименее благоприятными были условия в 2020 г. ($I_j = -171,2$). Самыми зимостойкими сортами оказались Скипетр, Новосибирская 32, Памяти Чекурова, Омская 6. Высокую пластичность показал сорт Волжская ($bi = 1,49$), но он не был стабильным по годам. Самыми стабильными сортами среди высокопродуктивных образцов оказались Новосибирская 32 ($\delta d^2 = 13,75$), Лютесценс 261-3 ($\delta d^2 = 16,86$), Памяти Чекурова ($\delta d^2 = 13,95$), Жемчужина Поволжья ($\delta d^2 = 10,33$), Волжская 22 ($\delta d^2 = 22,70$). Генотипы, совмещающие в себе высокие показатели пластичности и стабильности, – Лютесценс 261-3 ($bi = 1,26$; $\delta d^2 = 16,86$) и Волжская 22 ($bi = 1,97$; $\delta d^2 = 22,70$). Образцы Памяти Чекурова, Скипетр, Омская 6 и Чех 16 выделились по ряду показателей: по стрессоустойчивости – $Y_{min} - Y_{max} = -51,9 \div -282,5$; по показателю генетической гибкости – $(Y_{max} + Y_{min})/2 = 568,8 \div 651,8$; по вариабельности урожайности – $V = 4,6 \div 26,4\%$; по гомеостатичности – $Нот = 8,13 \div 94,88$; по селекционной ценности – $Sc = 391,3 \div 521,5$. Данные образцы представляют интерес в селекции озимой мягкой пшеницы на повышение адаптивности.

THE STUDY OF THE INITIAL MATERIAL OF WINTER SOFT WHEAT ON THE INDICATORS OF ADAPTABILITY, PLASTICITY AND STABILITY IN THE CONDITIONS OF THE FOREST-STEPPE OF THE NOVOSIBIRSK REGION

K.K. Musinov, Junior researcher

I.E. Likhenko, Doctor of Agricultural Sciences

A.S. Surnachev, Junior researcher

Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – a branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Region, b. pos. Krasnoobsk, Russia

Keywords: soft winter wheat, variety, productivity, adaptability, plasticity, stress resistance.

Abstract. *One of the main ways to obtain consistently high yields in Siberian conditions is the use of adaptive varieties. Selection plays a key role in solving this problem. Success in breeding for resistance to biotic and abiotic stresses depends on the correct choice of initial parental forms for crossing. The purpose of the study is to evaluate varieties and promising breeding lines of soft winter wheat of various ecological and geographical origin in terms of productivity and adaptive potential. The results of the study of 68 varieties and breeding lines of winter soft wheat are presented. The studies were carried out on the experimental field of the Siberian Research Institute of Plant Growing and Breeding, a branch of the Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. The most favorable conditions for the formation of the winter wheat crop were formed in 2021 ($I_j=125.1$). The least favorable conditions developed in 2020 ($I_j= -171.2$). The most winter-hardy varieties were Scepter, Novosibirskaya 32, Pamyati Chekurova, Omskaya 6. The Volzhskaya variety showed high plasticity ($bi=1.49$), but was not stable over the years. The most stable varieties among highly productive samples were Novosibirskaya 32 ($\delta d^2 = 13.75$), Lutescens 261-3 ($\delta d^2 = 16.86$), Pamyati Chekurova ($\delta d^2 = 13.95$), Zhemchuzhina Povolzh'ya ($\delta d^2 = 10.33$), Volzhskaya 22 ($\delta d^2 = 22.70$). Genotypes combining high rates of plasticity and stability Lutescens 261-3 ($bi=1.26$; $\delta d^2= 16.86$) and Volzhskaya 22 ($bi=1.97$; $\delta d^2 = 22.70$). Samples of Pamyati Chekurova, Scepter, Omskaya 6 and Chekh 16 stood out for a number of indicators: in terms of stress resistance $Y_{min} - Y_{max} = -51.9 \div -282.5$; in terms of genetic flexibility $(Y_{max}+Y_{min})/2 = 568.8 \div 651.8$; by yield variability $V = 4.6 \div 26.4\%$; according to homeostasis $Hom = 8.13 \div 94.88$; by breeding value $Sc = 391.3 \div 521.5$. These samples are of interest in the selection of winter soft wheat to improve adaptability.*

This work was supported by IC&G budget project № FWNR-2022-0018

Озимая пшеница является одним из резервов повышения производства зерна в Западной Сибири. Увеличение площади озимого клина в регионе сдерживается сложными агрометеорологическими условиями Сибирского региона и недостаточной адаптированностью высеваемых сортов озимой пшеницы к местным климатическим условиям [1]. Западная Сибирь является территорией с достаточно суровым континентальным климатом и неустойчивыми погодными условиями по годам, что обуславливает значи-

тельную зависимость производства зерна от погодных условий года.

Урожайность зерновых культур в значительной мере определяется потенциалом возделываемых сортов. Сорт называют одним из ключевых факторов стабильной урожайности по годам [2, 3]. Принято считать, что на урожайность и качество зерна пшеницы оказывают влияние генотип, окружающая среда, агротехника и взаимодействие всех этих факторов [3–5].

По мнению В.К. Кочетова, сорт является динамичным биологическим фактором, ко-

торый обладает способностью реализовать генетический потенциал продуктивности при различном сочетании факторов внешней среды [6].

Взаимодействие «генотип–среда» есть главный фактор, который определяет потенциал продуктивности культуры в конкретных агроэкологических условиях. По утверждению ученых, из-за недостаточной приспособленности современных сортов к стрессам в сельскохозяйственном производстве реализуется только 25–40 % их генетически заложенной потенциальной продуктивности [7–10].

Один из основных способов получения стабильно высоких урожаев вне зависимости от погодных условий — это подбор адаптивных сортов [11, 12]. Внедрение в сельскохозяйственное производство сортов, обладающих высоким адаптивным потенциалом, стабилизирует сбор зерна в различные по метеоусловиям годы. Адаптивный сорт при правильной агротехнике способен нивелировать влияние негативных абиотических факторов [13].

В решении данной проблемы основную роль играет селекция. Одной из основных задач современной селекции является создание экологически пластичных и стабильных сортов, которые могут реализовать свою потенциальную урожайность при различных агроэкологических условиях. Поэтому актуальным направлением селекции остается повышение урожайности в сочетании с устойчивостью к неблагоприятным факторам [14].

Успехи в селекции на устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам зависят от правильного выбора исходных родительских форм для скрещивания. Для этого необходимо тщательное изучение исходного и селекционного материала различного эколого-географического происхождения. Н.И. Вавилов

указывал на важность использования разных экотипов пшеницы в селекции [15].

Оценка коллекционных образцов по показателям пластичности и стабильности позволяет получить необходимую достоверную информацию для последующего отбора ценного исходного материала и применения его в селекционной работе [16].

Цель исследования – оценка сортов и перспективных селекционных линий пшеницы мягкой озимой различного эколого-географического происхождения по параметрам продуктивности и адаптивного потенциала.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2018–2021 гг. на опытном поле Сибирского НИИ растениеводства и селекции – филиала Института цитологии и генетики СО РАН (Новосибирская обл., пос. Краснообск) в условиях лесостепной зоны Приобья. Материалом для исследования послужили 68 сортов и перспективных селекционных линий пшеницы мягкой озимой различного эколого-географического происхождения. Стандартом являлся сорт Новосибирская 40. Образцы были получены из коллекций ВИР, СИММИТ и собственной рабочей коллекции. Посев проводили по паровому предшественнику сеялкой ССФК-7 на делянках с учетной площадью 2 м² в двух повторениях. Норма высева – 6,0 млн всхожих семян на 1 га, срок посева – 25–27 августа. Агротехника возделывания – общепринятая для данной зоны.

Почвенный покров опытного поля представлен черноземом выщелоченным средне-мощным малогумусным среднесуглинистым.

Погодные условия в годы исследований имели значительные различия по оказанному

влиянию на потенциальную продуктивность пшеницы мягкой озимой.

Прекращение осенней вегетации приходилось на первую и вторую декаду октября: самый ранний срок в 2018 г. – 14 октября, самый поздний – 28 октября. Снежный покров устанавливается в конце октября (31 октября 2018 г. – ранний срок) или в первой и второй декадах ноября (12 ноября 2020 г. – поздний срок) и достигал в марте 50–70 см. Температура на глубине узла кущения (ГУК) в 2018–2019 гг. не опускалась ниже $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, в 2019–2020 г. ниже $-10,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ и в 2020–2021 гг. ниже $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. В весенне-летний период температурный и водный режимы в 2019 и 2021 гг. были более благоприятны (ГТК 1,0 и 1,1 соответственно), чем в 2020 г. (ГТК 0,7), когда наблюдался небольшой дефицит осадков.

Полевые опыты, учеты и наблюдения проводили в соответствии с действующими методическими рекомендациями [17]. Статистические и математические обработки экспериментальных данных произведены по алгоритмам Б.А. Доспехова с применением компьютерных программ Microsoft Office Excel и SNEDECOR [18].

Расчет индекса условий среды (I_j) основан на средней урожайности сортов по методике Л.А. Животкова с соавторами [19]. Для характеристики адаптивных свойств изучаемых образцов озимой пшеницы был рассчитан ряд статистических показателей, который используется для оценки и сравнения различных генотипов. За основу расчета показателей экологической стабильности и пластичности использовалась методика S.A. Eberhart, W.A. Russel в изложении В.А. Зыкина [20], основанная на определении коэффициента линейной регрессии (bi) и среднего

квадратичного отклонения от линии регрессии (σ_{dr}^2). Коэффициент линейной регрессии характеризует экологическую пластичность сорта, которая показывает возможности приспособления сорта к определенному диапазону изменения факторов среды. Среднее квадратичное отклонение от линии регрессии показывает потенциал генотипа к проявлению стабильности в различных условиях среды [21]. Уровень устойчивости к стрессам ($Y_{\min} - Y_{\max}$) и среднюю урожайность в контрастных условиях среды – генетическую гибкость сорта $(Y_{\min} + Y_{\max})/2$ определяли по уравнениям А. А. Rossille, J. Hamblin в изложении А.А. Гончаренко. Для подсчета гомеостатичности (Hom) и селекционной ценности генотипов (Sc) использовались методики В.В. Хангильдина [23].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование урожайности является сложным многоступенчатым процессом, который находится под воздействием целого комплекса внешних факторов. Одним из важнейших факторов для озимой пшеницы является зимостойкость. Сложные условия осенне-зимнего периода – один из основных факторов снижения урожайности озимой пшеницы. По данным зимостойкости изучаемых генотипов, приведенным в табл. 1, наиболее неблагоприятные условия сложились в зимний период 2019/20 г., уровень зимостойкости сортов в среднем по опыту составил 2,7 балла. В более благоприятные годы (2018/19, 2020/21) уровень зимостойкости в среднем по опыту составил 4,1 балла.

Таблица 1

Зимостойкость и урожайность высокопродуктивных образцов озимой пшеницы 2019–2021 гг.
Winter hardiness and yield of highly productive samples of winter wheat 2019–2021

Сорт, линия	Происхождение	Зимостойкость, баллов				Урожайность, г/м ²			
		2019 г.	2020 г.	2021 г.	средняя	2019 г.	2020 г.	2021 г.	средняя
Новосибирская 40	Новосибирск	4,7	3,5	5,0	4,4	466,7	326,3	665,0	486,0
Новосибирская 32		5,0	4,0	5,0	4,7	509,5	336,8	624,3	490,2
Краснообская озимая		5,0	3,5	5,0	4,5	509,5	315,8	647,0	490,8
Лютесценс 261-3		5,0	2,5	5,0	4,2	581,0	273,7	634,8	496,5
Краснообская 27		4,5	3,5	5,0	4,3	485,7	347,4	649,0	494,0
Памяти Чекурова		5,0	4,5	4,5	4,7	542,9	594,7	576,5	571,4
Бийская озимая		4,0	4,0	5,0	4,3	500,0	352,6	638,5	497,0
Омская 6	Омск	5,0	4,0	5,0	4,7	533,3	489,5	664,5	562,4
Волжская	Ульяновск	5,0	3,0	5,0	4,3	614,3	221,1	635,8	490,4
Волжская 22		4,0	2,5	4,5	3,7	552,4	163,2	760,5	492,0
Жемчужина Поволжья	Саратов	4,5	3,0	4,5	4,0	504,8	347,4	607,0	486,4
Скипетр	Московская область	5,0	4,5	5,0	4,8	519,1	510,5	793,0	607,5
Короганка	Белгород	4,0	4,5	4,0	4,2	376,2	626,3	694,3	565,6
Протон	Краснодар	4,0	3,0	5,0	4,0	764,8	394,7	684,3	614,6
Дока		4,5	4,5	1,5	3,5	504,8	673,7	298,3	492,2
Чех 16	Чехия	4,0	4,5	5,0	4,5	542,9	552,6	653,8	583,1
В среднем по опыту		4,1	2,7	4,1	3,6	440,9	223,5	519,8	394,7
НСР _{0,5}		0,7	0,8	0,7		94,8	148,0	144,7	

За годы исследований лучшую зимостойкость показали образцы Скипетр, Новосибирская 32, Памяти Чекурова, Омская 6.

Урожайность изучаемых генотипов в среднем значительно колебалась по годам – от 223,5 до 519,8 г/м². Самым неблагоприятным оказался 2019/20 г. Наибольшая урожайность в среднем по опыту отмечена в 2020/21 г. Самыми урожайными за 3 года оказались сорта Протон и Скипетр (614,6 и 607,5 г/м² соответственно).

По данным двухфакторного дисперсионного анализа удалось выявить достоверность различий и высокую степень влияния условий года (А) и генотипа (В) на величину урожайности изучаемых образцов (табл. 2). Наиболее значительное влияние при формировании урожайности оказывают условия года (фактор А), доля влияния – 39,1 %. Доля влияния фактора В – сорт была немного ниже и составила 31,9 %. На взаимодействие факторов А и В приходится 23,5 %.

Таблица 2

Результат двухфакторного дисперсионного анализа урожайности озимой пшеницы
The result of a two-way analysis of variance in the yield of winter wheat

Дисперсия	Доля влияния фактора, %	Степень свободы	Средний квадрат	F _φ	F _{0,5}
Общая	100	407	40242,8		
Фактор А (год)	39,1	2	3201960,7	716,0	3,09
Фактор В (сорт)	31,9	67	77918,5	17,4	1,39
Взаимодействие АВ	23,5	134	28672,0	6,4	1,39
Случайные отклонения	5,5	204	4472,2		

По результатам дисперсионного анализа можно предположить, что повышение продуктивности озимой пшеницы возможно при использовании наиболее адаптивных сортов.

Для определения адаптивной способности сортов в различных условиях произрастания существует много методов. Одной из самых распространенных является методика S.A. Eberhart и W.A. Russel. В основе ее лежит расчет двух показателей: коэффициента линейной регрессии (b_i) и дисперсии (δd^2).

Коэффициент линейной регрессии показывает отзывчивость генотипа на изменения условий выращивания – экологическую пластичность. Дисперсия указывает на стабильность сорта в изменяющихся условиях – коэффициент стабильности.

Исходя из индекса условий среды (I_j) (табл. 3), самые благоприятные условия для формирования урожая озимой пшеницы сложились в 2021 г. ($I_j = 125,1$), наименее благоприятные в 2020 г. ($I_j = -171,2$).

Таблица 3

Сорта и линии пшеницы мягкой озимой выделившиеся по урожайности и их параметры экологической пластичности и стабильности (2019–2021 гг).

Varieties and lines of soft winter wheat distinguished by yield and their parameters of ecological plasticity and stability in 2019-2021

Сорт, линия	Урожайность по годам, г/м ²			$\sum Y_i$	Y_i	b_i	δd^2
	2019	2020	2021				
Новосибирская 40	466,7	326,3	665,0	1457,98	485,99	1,04	110,16
Новосибирская 32	509,5	336,8	624,3	1470,62	490,21	0,93	13,75
Краснообская озимая	509,5	315,8	647,0	1472,31	490,77	1,07	22,89
Лютесценс 261-3	581,0	273,7	634,8	1489,39	496,46	1,26	16,86
Краснообская 27	485,7	347,4	649,0	1482,08	494,03	0,94	64,84
Памяти Чекурова	542,9	594,7	576,5	1714,09	571,36	-0,10	13,95
Дока	504,8	673,7	298,3	1476,7	492,23	-1,16	106,92
Омская 6	533,3	489,5	664,5	1687,31	562,44	0,51	67,34
Бийская озимая	500,0	352,6	638,5	1491,13	497,04	0,9	36,66
Волжская	614,3	221,1	635,8	1471,09	490,36	1,49	74,46
Волжская 22	552,4	163,2	760,5	1476,04	492,01	1,97	22,70
Жемчужина Поволжья	504,8	347,4	607,0	1459,13	486,38	0,84	10,33
Скипетр	519,1	510,5	793,0	1822,57	607,52	0,76	371,92
Короганка	376,2	626,32	694,3	1696,76	565,59	-0,06	847,20
Протон	764,8	394,7	684,3	1843,77	614,59	1,13	233,87
Чех 16	542,9	552,6	653,8	1749,24	583,08	0,26	66,39
$\sum Y_j$	29980,6	15196,4	35344,3	80521,3			
Y_j	440,9	223,5	519,8		394,7		
Индекс среды, I_j	+46,2	-171,2	+125,1				
$НСР_{0,5}$	94,8	148,0	144,7				

Разные по погодным условиям годы исследований дали возможность более точно провести оценку коллекционного материала по показателям адаптивного потенциала.

Чем выше показатель коэффициента линейной регрессии, тем большей отзывчивостью на изменения условий выращивания обладает генотип. Такие сорта относятся к

интенсивному типу и требовательны к высокому уровню агротехники, только в этом случае их отдача будет максимальной [24]. Среди изучаемых высокоурожайных образцов к наиболее отзывчивым следует отнести Волжскую 22 ($b_i = 1,97$), Волжскую ($b_i = 1,49$) и Лютесценс 261-3 ($b_i = 1,26$). В том случае, если коэффициент линейной регрессии бли-

зок к 1, сорт считается пластичным. Для подобных генотипов характерно полное соответствие изменения урожайности сорта изменению условий выращивания. В нашем случае к таким образцам можно отнести сорта Новосибирская 40 ($b_i = 1,04$), Новосибирская 32 ($b_i = 0,93$), Краснообская озимая ($b_i = 1,07$), Краснообская 27 ($b_i = 0,94$).

Стабильность (δd^2) – адаптивная реакция генотипа, характеризующая степень его устойчивости. Чем меньше отклонение коэффициента стабильности от нуля, тем стабильнее сорт. В нашем опыте самыми стабильными сортами среди высокопродуктивных образцов являются Новосибирская 32 ($\delta d^2 = 13,75$), Лютеценс 261-3 ($\delta d^2 = 16,86$), Памяти Чекурова ($\delta d^2 = 13,95$), Жемчужина Поволжья ($\delta d^2 = 10,33$), Волжская 22 ($\delta d^2 = 22,70$).

Исходя из классической интерпретации показателей стабильности и пластичности,

наиболее ценными считаются образцы, у которых $b_i > 1$, а δd^2 стремится к 0. Такие сорта положительно реагируют на улучшение условий выращивания и обладают стабильностью урожая по годам. Среди изучаемых сортов к таким относятся только Лютеценс 261-3 ($b_i = 1,26$; $\delta d^2 = 16,86$) и Волжская 22 ($b_i = 1,97$; $\delta d^2 = 22,70$).

Важным показателем для оценки потенциала адаптивности и пластичности является устойчивость к стрессу. Стрессоустойчивость ($Y_{\min} - Y_{\max}$) всегда имеет отрицательное значение, чем меньше разрыв между максимальной урожайностью и минимальной, тем стрессоустойчивость выше и тем выше диапазон приспособляемости генотипа. Наибольшим показателем стрессоустойчивости из выделенных образцов озимой пшеницы обладали сорта Памяти Чекурова ($Y_{\min} - Y_{\max} = -51,9$), Омская 6 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -175,0$), Чех 16 ($Y_{\min} - Y_{\max} = -110,9$) (табл. 4).

Таблица 4

Параметры адаптивности сортов и линий пшеницы мягкой озимой, выделенных по урожайности (2019–2021 гг.)

Parameters of adaptability of soft winter wheat varieties and lines distinguished by yield, 2019-2021

Сорт, линия	Урожайность, г/м ²		Стрессоустойчивость	Генетическая гибкость	Коэффициент вариации (V), %	Hom	Sc
	Y_{\min}	Y_{\max}					
Новосибирская 40	326,3	665,0	-338,7	495,7	35,0	4,10	238,5
Новосибирская 32	336,8	624,3	-287,4	480,6	29,5	5,78	264,5
Краснообская озимая	315,8	647,0	-331,2	481,4	33,9	4,37	239,5
Лютеценс 261-3	273,7	634,8	-361,1	454,2	39,2	3,50	214,1
Краснообская 27	347,4	649,0	-301,6	498,2	30,6	5,36	264,4
Памяти Чекурова	542,9	594,7	-51,9	568,8	4,6	94,88	521,5
Дока	298,3	673,7	-375,4	486,0	38,2	3,43	217,9
Омская 6	489,5	664,5	-175,0	577,0	16,2	19,85	414,3
Бийская озимая	352,6	638,5	-285,9	495,6	28,8	6,04	274,5
Волжская	221,1	635,8	-414,7	428,4	47,6	2,48	170,5
Волжская 22	163,2	760,5	-597,3	461,8	61,6	1,34	105,6
Жемчужина Поволжья	347,4	607,0	-259,6	477,2	26,9	6,97	278,3
Скипетр	510,5	793,0	-282,5	651,8	26,4	8,13	391,1
Короганка	376,2	694,3	-318,1	535,2	29,6	6,01	306,5
Протон	394,7	764,8	-370,1	579,8	31,7	5,25	317,2
Чех 16	542,9	653,8	-110,9	598,3	10,5	49,93	484,2

Генетическая гибкость сорта $((Y_{\max} + Y_{\min})/2)$ характеризуется средней урожайностью сорта в контрастных условиях. Высокая степень соответствия между генотипом сорта и климатическими условиями среды подтверждается высокими значениями данного показателя. Из изучаемых образцов высокие показатели средней урожайности в контрастных условиях показали сорта Омская 6, Скипетр, Протон, Памяти Чекурова, Чех 16 $((Y_{\max} + Y_{\min})/2 = 577,0; 651,8; 579,8; 568,8; 598,3 \text{ г/м}^2$ соответственно), что характеризует их как генетически гибкие генотипы и указывает на высокую степень их соответствия климатическим факторам среды.

Простым и доступным показателем для оценки потенциальной онтогенетической адаптации является коэффициент вариации (V). Коэффициенты вариации урожайности, рассчитанные по каждому сорту за три года, указывают на фенотипическую изменчивость признака, обусловленную экологическими факторами [25]. По данным наших расчетов с использованием шкалы Б.А. Доспехова [18], высокоурожайные образцы распределились следующим образом: незначительная вариабельность – Памяти Чекурова (V = 4,6); средняя вариабельность – Омская 6 (V = 16,2) и Чех 16 (V = 10,5); значительная вариабельность – все остальные.

Гомеостатичность – это стабильность при изменении условий среды. Этот показатель прямо пропорционален урожайности образца и обратно пропорционален ее разбросу в разных условиях [26]. Таким образом, чем выше числовое выражение этого показателя, тем более гомеостатичен образец, т. е. имеет большую стабильность при выращивании в различных условиях среды. Связь гомеостатичности (Ном) с коэффициентом вариации (V) характеризует устойчивость признака в изменяющихся условиях среды. По этим двум параметрам лучшими показателями стабильности обладают образцы Памяти Чекурова, Омская 6 и Чех 16.

Селекционная ценность как параметр основывается на соотношении урожайности конкретного образца в лимитирующих и оп-

тимальных условиях, умноженном на среднюю урожайность по пунктам испытания [24]. Высокими показателями селекционной ценности (Sc) характеризовались образцы озимой мягкой пшеницы Памяти Чекурова (Sc = 521,5), Омская 6 (Sc = 414,3), Скипетр (Sc = 391,1), Чех 16 (Sc = 484,2).

ВЫВОДЫ

1. Контрастные погодные условия в годы исследований позволили оценить коллекционный материал озимой мягкой пшеницы по показателям адаптивного потенциала. Самые благоприятные условия для формирования урожая озимой пшеницы сложились в 2021 г. ($I_j = 125,1$), наименее благоприятные в 2020 г. ($I_j = -171,2$). Наиболее зимостойкими сортами оказались Скипетр, Новосибирская 32, Памяти Чекурова, Омская 6.

2. Образцы Лютесценс 261-3 ($b_i = 1,26; \delta d^2 = 16,86$) и Волжская 22 ($b_i = 1,97; \delta d^2 = 22,70$) среди выделившихся по урожайности коллекционных образцов проявили себя как наиболее отзывчивые на изменения факторов среды и в то же время показали высокую стабильность. Данные генотипы могут быть использованы в селекции по созданию сортов интенсивного типа. Сорт Волжская ($b_i = 1,49$) показал хорошую пластичность, но не был стабильным по годам.

3. Сорта местной селекции Новосибирская 40, Новосибирская 32, Краснообская озимая, Краснообская 27 имели коэффициент линейной регрессии $b_i = 0,93-1,07$, это подразумевает, что их урожайность соответствует условиям выращивания. Такие сорта относятся к сортам полунинтенсивного типа и могут быть использованы в селекционной работе.

4. В нашем опыте самыми стабильными сортами среди высокопродуктивных образцов оказались Новосибирская 32 ($\delta d^2 = 13,75$), Лютесценс 261-3 ($\delta d^2 = 16,86$), Памяти Чекурова ($\delta d^2 = 13,95$), Жемчужина Поволжья ($\delta d^2 = 10,33$), Волжская 22 ($\delta d^2 = 22,70$).

5. Образцы Памяти Чекурова, Скипетр, Омская 6 и Чех 16 выделились по ряду показателей: по стрессоустойчивости – $U_{\min} - U_{\max}$

= $-51,9 \div -282,5$; по показателю генетической гибкости – $(Y_{\max} + Y_{\min})/2 = 568,8 \div 651,8$; по вариабельности урожайности – $V = 4,6 \div 26,4\%$; по гомеостатичности – $Hom = 8,13 \div 94,88$; по селекционной ценности – $Sc = 391,3 \div 521,5$.

Данные образцы представляют интерес в селекции озимой мягкой пшенице на повышение адаптивности.

Работа поддержана бюджетным проектом ИЦиГ СО РАН № FWNR-2022-0018

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Торбина И.В., Фардеева И.Р. Адаптивность коллекционных образцов озимой пшеницы к условиям Среднего Предуралья // Вестник Казанского ГАУ. – 2021. – № 2(62). – С. 43–48. – DOI 10.12737/2073-0462-2021-43-48.
2. Малокостова Е.И. Результаты изучения экологической адаптивности и стабильности сортов яровой твердой пшеницы в условиях юго-востока ЦЧЗ // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2019. – № 4(48). – С. 66–69. – DOI: 10.18286/1816-4501-2019-4-66-69.
3. Мамеев В.В., Никифоров В.М. Оценка урожайности, адаптивности, экологической стабильности и пластичности сортов озимой пшеницы в условиях Брянской области // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 7. – С. 125–129.
4. *Understanding effects of genotype × environment × sowing window interactions for durum wheat in the Mediterranean basin* / G. Padovan, P. Martre, M.A. Semenov [et al.] // *Field Crops Research*. – 2020. – Vol. 259. – P. 1–15. – DOI:10.1016/j.fcr.2020.107969.
5. *Planting time effect on wheat phenology and yield traits through genotype by environment interaction* / H.A. Naq, N.U. Khan, H. Rahman [et al.] // *Journal of Animal and Plant Sciences*. – 2017. – Vol. 27. – P. 882-893.
6. Кочетов В.К. Сорт озимой пшеницы – основной фактор увеличения продуктивности и получения зерна и муки заданного качества // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – №75. – С. 1025–1036.
7. Рыбась И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) // *Сельскохозяйственная биология*. – 2016. – Т. 51, № 5. – С. 617–626. – DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
8. Оценка адаптивности сортов яровой мягкой пшеницы в лесостепных условиях Среднего Поволжья / ЕА. Демина, А.И. Кинчаров, Т.Ю. Таранова, К.Ю. Чекмасова // *Аграрный вестник Урала*. – 2021. – № 11 (214). – С. 8–19. – DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-8-19.
9. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы): теория и практика. – М.: Агрорус, 2008. – Т. 1. – 814 с.
10. Оценка экологической пластичности перспективных линий питомника КАСИБ-20 по урожайности и качеству зерна / О.Г. Кузьмин, А.С. Чурсин, Ю.С. Краснова [и др.] // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2021. – № 1(41). – С. 28–36. – DOI 10.48136/2222-0364_2021_1_28.
11. *Ecological plasticity of spring wheat varieties in the Krasnoyarsk region* / V.V. Keler [et al.] // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* – 2021. – 677 042113. – DOI:10.1088/1755-1315/677/4/042113.
12. *The assessment of winter wheat agrocenoses adaptivity in the conditions of the submontane zone of the Central Caucasus* / I.R. Manukyan, E.S. Miroshnikova, V.I. Gasiev [et al.] // *Plant Science Today*. – 2020. – Vol. 7(4). – P. 623–626. – DOI: 10.14719/pst.2020.7.4.925.
13. Гудзенко В.Н. Статистическая и графическая (GGE biplot) оценка адаптивной способности и стабильности селекционных линий ячменя озимого // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. – 2019. – Vol. 23(1). – P. 110–118. – DOI 10.18699/VJ19.469 (in Russian).
14. Оценка сибирских форм озимой пшеницы по урожайности и параметрам адаптивности / К.К. Мусинов, Г.В. Артемова, П.И. Степочкин [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. – 2021. – Т. 35, № 10. – С. 11–16. – DOI 10.53859/02352451_2021_35_10_11.
15. Вавилов Н.И. Теоретические основы селекции. – М.: Наука, 1987. – 512 с.
16. Урожайность и параметры адаптивности новых сортов озимой мягкой пшеницы по предшественникам горох и подсолнечник / И.А. Рыбась, А.В. Гуреева, Д.М. Марченко [и др.] // *Аграрный вестник Урала*. – 2017. – № 5 (159). – С. 58-62.

17. *Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур.* – М.: Госагропром СССР, 1989. – 162 с.
18. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
19. *Животков Л.А., Морозова З.А., Секатуева Л.И.* Методика выявления потенциальной продуктивности и адаптивности сортов и селекционных форм озимой пшеницы по показателю «урожайность» // Селекция и семеноводство. – 1994. – № 2. – С. 3–6.
20. *Зыкин В.А.* Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений. – Уфа, 2005. – 100 с.
21. *Адаптивность* урожайности ярового овса в условиях Омского Прииртышья / П.Н. Николаев, Н.И. Аниськов, О.А. Юсова, И.В. Сафонова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2018. – Т. 179, № 4. – С. 28–38. – DOI 10.30901/2227-8834-2019-28-38.
22. *Гончаренко А.А.* Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
23. *Хангильдин В.В., Литвиненко Н.А.* Гомеостатичность и адаптивность сортов озимой пшеницы // Научно-технический бюллетень Всесоюзного селекционного-генетического института. – 1981. – Вып. 1 (39). – С. 8–14.
24. *Balcha A.* Genotype by environment interaction for grain yield and association among stability parameters in bread wheat (*Triticum aestivum* L.) // American Journal of Plant Sciences. – 2020. – Vol. 11, N 1. – P. 1–10. – DOI:10.4236/ajps.2020.111001.
25. *Волкова Л.В., Щенникова И.Н.* Сравнительная оценка методов расчёта адаптивных реакций зерновых культур // Теоретическая и прикладная экология. – 2020. – № 3. – С. 140-146. – DOI 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146.
26. *Коробова Н.А., Козлов А.А., Пучкова Е.В.* Адаптивный потенциал сортов зернового гороха // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. – № 3 (65). – С. 41–44.

REFERENCES

1. Torbina I.V., Fardeeva I.R., *Vestnik Kazanskogo GAU*, 2021, No. 2(62), pp. 43–48, DOI 10.12737/2073-0462-2021-43-48. (in Russ.)
2. Malokostova E.I., *Vestnik Ul'yanovskoi GSKhA*, 2019, No. 4 (48), pp. 66–69, DOI: 10.18286/1816-4501-2019-4-66-69. (in Russ.)
3. Mameev V.V., Nikiforov V.M., *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2015, No. 7, pp. 125–129. (in Russ.)
4. Padovan G., Martre P., Semenov M.A. [et al.], Understanding effects of genotype × environment × sowing window interactions for durum wheat in the Mediterranean basin, *Field Crops Research*, 2020, Vol. 259, pp. 1–15, DOI: 10.1016/j.fcr.2020.107969.
5. Haq H.A., Khan N.U., Rahman H. [et al.], Planting time effect on wheat phenology and yield traits through genotype by environment interaction, *Journal of Animal and Plant Sciences*, 2017, Vol. 27, pp. 882–893.
6. Kochetov V.K., *Nauchnyi zhurnal KubGAU*, 2012, No. 75, pp. 1025-1036. (in Russ.)
7. Rybas' I.A., *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2016, T. 51, No. 5, pp. 617–626, DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus. (in Russ.)
8. Demina E.A., Kincharov A.I., Taranova T.Yu., Chekmasova K.Yu., *Agrarnyi vestnik Urala*, 2021, No. 11 (214), pp. 8–19, DOI: 10.32417/1997-4868-2021-214-11-8-19. (in Russ.)
9. Zhuchenko A.A. *Adaptivnoe rastenievodstvo (ekologo-geneticheskie osnovy): teoriya i praktika* (Adaptive crop production (ecological and genetic foundations): theory and practice), Moscow: Agrorus, 2008, T. 1, 814 p.
10. Kuz'min O.G., Chursin A.S., Krasnova Yu.S., Karakoz I.I., Shamanin V.P., *Vestnik OmGAU*, 2021, No. 1 (41), pp. 28–36, DOI 10.48136/2222-0364_2021_1_28. (in Russ.)
11. Keler V.V. [et al.], Ecological plasticity of spring wheat varieties in the Krasnoyarsk region, *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.*, 2021, 677 042113, DOI:10.1088/1755-1315/677/4/042113.

12. Manukyan I.R., Miroshnikova E.S., Gasiev V.I., Abieva T.S., Machneva N.L., Skamarokhova A.S., Yurin D.A., The assessment of winter wheat agrocenoses adaptivity in the conditions of the submontane zone of the Central Caucasus, *Plant Science Today*, 2020, Vol. 7 (4), pp. 623–626, DOI: 10.14719/pst.2020.7.4.925.
13. Gudzenko V.N., *Vavilovskii zhurnal genetiki i seleksii*, 2019, No. 23(1), pp. 110–118, DOI 10.18699/VJ19.469. (in Russ.)
14. Musinov K.K., Artemova G.V., Steepochkin P.I., Likhenko I.E., Surnachev A.S., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2021, T. 35, No. 10, pp. 11–16, DOI 10.53859/02352451_2021_35_10_11. (in Russ.)
15. Vavilov N.I., *Teoreticheskie osnovy seleksii* (Theoretical foundations of selection), Moscow: Nauka, 1987, 512 p.
16. Rybas' I.A., Gureeva A.V., Marchenko D.M., Grichanikova T.A., Romanyukina I.V., *Agrarnyi vestnik Urala*, 2017, No. 5 (159), pp. 58–62. (in Russ.)
17. *Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skokhozyaistvennykh kul'tur* (Methodology of the State variety testing of agricultural crops), Moscow: Gosagroprom SSSR, 1989, 162 p.
18. Dospikhov B.A., *Metodika polevogo opyta* (Methodology of field experience), Moscow: Agropromizdat, 1985, 365 p.
19. Zhivotkov L.A., Morozova Z.A., Sekatueva L.I., *Seleksiya i semenovodstvo*, 1994, No. 2, pp. 3–6. (in Russ.)
20. Zykin V.A., *Metodika rascheta i otsenki parametrov ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaistvennykh rastenii* (Methodology for calculating and evaluating the parameters of ecological plasticity of agricultural plants), Ufa, 2005, 100 p.
21. Nikolaev P.N., Anis'kov N.I., Yusova O.A., Safonova I.V., *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i seleksii*, 2018, T. 179, No. 4, pp. 28–38, DOI 10.30901/2227-8834-2019-28-38. (in Russ.)
22. Goncharenko A.A., *Vestnik Rossiiskoi akademii sel'skokhozyaistvennykh nauk*, 2005, No. 6, pp. 49–53. (in Russ.)
23. Khangil'din V.V., Litvinenko N.A., *Nauchno-tekhnicheskii byulleten' Vsesoyuznogo selektsionnogo-geneticheskogo instituta*, 1981, No. 1 (39), pp. 8–14. (in Russ.)
24. Balcha A., Genotype by environment interaction for grain yield and association among stability parameters in bread wheat (*Triticum aestivum* L.), *American Journal of Plant Sciences*, 2020, Vol. 11, No. 1, pp. 1–10, DOI: 10.4236/ajps.2020.111001.
25. Volkova, L.V., Shchennikova I.N., *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya*, 2020, No. 3, pp. 140–146, DOI 10.25750/1995-4301-2020-3-140-146. (in Russ.)
26. Korobova N.A., Kozlov A.A., Puchkova E.V., *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, No. 3 (65), pp. 41–44. (in Russ.)

РАСТИТЕЛЬНЫЕ СУКЦЕССИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЛУГОВ ПРИ КОРЕННОМ УЛУЧШЕНИИ В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В.А. Петрук, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор
А.О. Вотяков, соискатель

Ключевые слова: естественные кормовые угодья, многолетние травы, органические удобрения, обработка почвы

Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

E-mail: medicago@mail.ru

Реферат. Низкая кормовая продуктивность обширных площадей естественных кормовых угодий Сибири обуславливает необходимость их коренного улучшения. Это позволит укрепить кормовую базу региона, что важно для развивающегося животноводства. С целью уточнения и разработки приёмов повышения продуктивности естественных лугов в южной лесостепи Западной Сибири был заложен опыт по коренному улучшению естественных пастбищ. Изучено влияние двух факторов: обработки почвы с последующим посевом многолетних трав и влияния органических удобрений (20 т/га). Ко второму году наблюдений в варианте, где проведено дискование почвы, отмечено только разнотравье. Дискование с последующим посевом многолетних трав способствовало развитию сеяных злаковых трав (80 % состава травостоя). Оставшуюся нишу травостоя занимало разнотравье. Влияние органических удобрений на второй год наблюдений почти не сказывается на структуре травостоя, только в варианте с посевом трав распределение разных ботанических групп более равномерно. В период между вторым и шестым годом наблюдений под влиянием обработки почвы и органических удобрений состав травостоя существенно меняется. В варианте без обработки почвы на третий и последующие годы отмечается развитие в травостое злаков и бобовых. К шестому году наблюдений в травостое остаются только злаковые травы (60 %) и разнотравье (40%). Динамика структуры травостоя по годам развития на фоне органических удобрений мало отличается от травостоя без удобрений. Ко второму году наблюдений не отмечается существенного влияния удобрений и обработки почвы на урожайность трав. На шестой год наблюдений (2016 г.) отмечено достоверное влияние органических удобрений. Даже без обработки почвы урожайность выросла почти в 2 раза – с 0,6 в варианте без удобрений до 1,1 т/га абсолютно сухого вещества в удобренных вариантах. Наибольший прирост урожая отмечен в варианте с дискованием – в 2,7 раза (с 0,6 до 1,6 т/га), в варианте с подсевом трав и дискованием – в 1,4 раза (с 1,1 до 1,6 т/га) абсолютно сухого вещества). Влияние обработки почвы на урожайность без удобрений было значительно меньше. Следовательно, обработка почвы и удобрения способствуют более равномерному распределению в травостое представителей разных ботанических групп трав. Продуктивность естественного луга значительно нарастает к шестому году наблюдений после проведенного улучшения.

PLANT SUCCESSION OF NATURAL GRASSLANDS UNDER RADICAL
IMPROVEMENT IN THE SOUTHERN FOREST-STEPPE OF THE WESTERN ZONE
SIBERIA

V.A. Petruk, Doctor of Agricultural Sciences, Professor
A.O. Votyakov, Doctoral candidate

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Keywords: natural forage grasslands, perennial grasses, organic fertilizers, soil treatment

Abstract. *The low fodder productivity of vast areas of natural forage lands in Siberia necessitates their radical improvement. High fodder productivity will strengthen the fodder base of the region, which is important for the developing cattle breeding. The authors carried out an experiment of radical improvement of natural grasslands in order to clarify and develop methods of increasing the productivity of natural grasslands in the southern forest-steppe of Western Siberia. The authors studied the effect of two factors: The first factor - tillage followed by sowing of perennial grasses; The second factor - the effect of organic fertilizers (20 t/ha). By the second year of observations in the variant where soil disking was carried out, only motley grasses were noted. Disking followed by seeding of perennial grasses promoted the development of seeded grasses (80% of the composition of the herbage). The remaining niche of grass stand was occupied by motley grasses. The influence of organic fertilizers in the second year of observations almost does not affect the structure of herbage, only in the variant with the sowing of grasses the distribution of different botanical groups is more uniform. The composition of grass stand changes significantly between the second and sixth years of observations under the influence of tillage and organic fertilizers. The development of cereals and legumes in the herbage in the variant without tillage in the third and subsequent years is noted. By the sixth year of observations in the herbage remain only cereal grass (60%) and mixed grass (40%). Dynamics of herbage structure by years of development on the background of organic fertilizers differs little from the herbage without fertilizers. By the second year of observations, there is no significant influence of fertilizers and tillage on the yield of grasses. In the sixth year of observations (2016) there was a significant influence of organic fertilizers. Even without soil treatment, the yield almost doubled from 0.6 t/ha in the version without fertilizers to 1.1 t/ha of absolutely dry matter in fertilized variants. The greatest increase in yield was noted in the variant with discing, 2.7 times (from 0.6 to 1.6 t/ha); in the variant with grass seeding and discing 1.4 times (from 1.1 to 1.6 t/ha) (absolute dry matter). The effect of tillage on the yield without fertilizer was much less. Consequently, tillage and fertilization contribute to a more uniform distribution of representatives of different botanical groups of grasses in the herbage. The productivity of the natural meadow increases significantly by the sixth year of observations after the improvement.*

Естественные кормовые угодья играют важнейшую роль в повышении продуктивности и устойчивости сельского хозяйства, рациональном природопользовании, обеспечении продовольственной безопасности России. При содержании коров на культурных пастбищах доказано улучшение качества молока по концентрации в нём белка. Кроме того, в пастбищной траве достаточно витаминов, микроэлементов, биологической ценно-

сти для переработки его в сыры и сгущённое молоко [1–3]. При пастбищном содержании ремонтного молодняка лучше развиваются внутренние органы, скелет животных [4].

Кроме кормового значения, пастбища выполняют природоохранные функции в агроландшафтах, оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории страны, способствуют сохранению и накоплению органического вещества в биосфере

[5, 6]. Следовательно, повышение продуктивности естественных кормовых угодий, их рациональное использование играют важную роль в сельскохозяйственном производстве в целом.

Площадь естественных кормовых угодий Сибири к настоящему времени составляет более 25 млн га, что не меньше, чем площадь пашни [7]. При этом более 80 % всех кормов получают на пахотных землях по причине низкой продуктивности естественных кормовых угодий. Потенциал естественных лугов значительно выше существующего, однако для его реализации необходимо интенсивное их улучшение. К настоящему времени известны работы по улучшению пастбищ Сибири далёкого прошлого [8] и отдельные эпизодические работы в постперестроечный период [9]. Поэтому поиск и уточнение приёмов повышения продуктивности естественных сенокосов и пастбищ актуальны в настоящее время.

Определение характера изменений в растительных сообществах с течением времени послужит основанием для определения возможности и способа использования естественных сенокосов и пастбищ. Изучение растительных сукцессий естественных лугов важно для понимания закономерностей функционирования и устойчивости экосистем [10].

Продуктивность и долголетие злаковых травостоев можно повысить минеральными и органическими удобрениями. Удобрения оказывают разнообразное влияние на растения и через них на физиологическое состояние животных и качество животноводческой продукции [11].

Оптимальные дозы органических удобрений повышают биохимическую и микробиологическую активность почвы, способствуют снижению количества остаточной нефти на загрязнённых почвах по сравнению с внесением одних минеральных удобрений. Навоз

содержит органическое вещество, которое идёт на образование гумуса. Органические удобрения не только обогащают почву питательными веществами, но и предохраняют её от высыхания, способствуют размножению дождевых червей, которые оставляют в почве питательные вещества для растений.

Способы обработки почвы и удобрения оказывают значительное влияние на биологическую активность почвы естественных лугов. Внесение удобрений в почву не только улучшает питание растений, но и изменяет условия существования почвенных микроорганизмов, которые также нуждаются в минеральных элементах.

Цель исследований – изучить влияние обработки почвы, органических удобрений и посева многолетних трав на динамику растительных сукцессий и продуктивность естественных кормовых угодий в течение 6 лет наблюдений.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С целью определения влияния на состав травостоя и его продуктивность органических удобрений, обработки почвы в южной лесостепи Новосибирской области в 2011 г. был заложен опыт по заранее подготовленной в 2010 г. почве (внесение удобрений, дискование).

Площадь опытной делянки – 300 м², всего опыта – 1,4 га. При закладке сеяных вариантов использовались семена люцерны пестрогибридной сорта Флора (*Medicago sativa*) и костреца безостого сорта Антей (*Bromopsis inermis*). Посев широкорядный с междурядьями 30 см. Норма высева люцерны 8 кг/га, костреца – 10 кг/га, глубина заделки 1–2 см. Семена многолетних трав высевали весной сеялкой СЗТ-3,6 при агрегатировании с трактором МТЗ-80. под покров проса (*Panicum*

miliaceum) сорта Баганское 88. Норма высева проса – 25 кг/га.

Органические удобрения (20 т/га полуперепревшего навоза) вносили разово на 5 лет. В первые два года наблюдений проводили один укос, на третий год и в последующие годы – выпас. Стадо крупного рогатого скота насчитывало 450 голов. Выпас начинали при высоте трав 25–30 см, заканчивали – при 5 см. В течение вегетационного сезона выпас осуществляли однократно.

Исследования проведены на основании Методики опытов на сенокосах и пастбищах [12]. Статистическая обработка полученных результатов – общепринятая [13].

Схема опыта:

1. Фактор А (обработка почвы).
2. Без обработки.
3. Дискование в 2 следа.
4. Дискование в 2 следа + подсев многолетних трав.
5. Фактор В (удобрения).
6. Без удобрений.
7. Органические удобрения (20 т/га полуперепревшего навоза).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Погодные условия в течение периода наблюдений складывались по-разному. Лето первого года наблюдений (2011 г.) в степной зоне характеризуется как умеренно тёплое. В июле–августе среднемесячные температуры летних месяцев были ниже среднееголетних показателей, обеспеченность осадками – ниже средней.

Вегетационный сезон 2012 г. следует охарактеризовать как засушливый и жаркий. Температура вегетационного периода с мая по сентябрь превышала среднееголетние показатели. Количество осадков за все летние месяцы – ниже среднееголетней нормы.

В 2013 г. вегетационный сезон был благоприятным для роста и развития трав: температура воздуха – близка к среднееголетней, а количество осадков в июле–августе значительно выше среднееголетних показателей.

Вегетационный сезон в 2014 г. следует характеризовать как засушливый. Только в августе количество выпавших осадков было значительно выше нормы. Температура воздуха – на уровне среднееголетних показателей.

Лето 2015 г. было жарким и засушливым, количество осадков – ниже среднееголетних показателей.

Погодные условия в 2016 г. следует отметить как благоприятные. Лето было тёплым и дождливым.

Следовательно, вегетационные периоды всех лет следует охарактеризовать как сухие и жаркие, только 2013 и 2016 гг. можно отметить как обеспеченные осадками.

На второй год наблюдений (2012 г.) в варианте без удобрений и обработки почвы (контроль) растительный покров на 100 % состоял из разнотравья: осока узколистная (*Carex stenophila*), ястребинка зонтичная (*Hieracium umbellatum*), тысячелистник азиатский (*Achillea asiatica*), тонконог сизый (*Koeleria glauca*), лапчатка гусиная (*Potentilla anserine*) (табл. 1). Следовательно, в естественном травостое после проведённого дискования преобладали злаки, что характерно для южной лесостепи Новосибирской области. О доминировании злаков в травостое степной зоны Тувы сообщает также А.Д. Самбуу [14]. В варианте с дискованием и последующим посевом трав основу травостоя составили злаки (80 %). Бобовых трав не отмечено, доля разнотравья – 20 %.

Состав растительности естественного луга при его коренном улучшении, %
Vegetation composition of a natural grassland when it is radically improved, %

Удобрения	Без обработки			Дискование			Дискование + посев		
	А	В	С	А	В	С	А	В	С
2012 г.									
Без удобрений (контроль)	-	-	100	-	-	100	80	-	20
Органические удобрения	-	-	100	-	-	100	60	30	10
2016 г.									
Без удобрений	50	-	50	60	-	40	65	-	35
Органические удобрения	90	-	10	80	-	20	20	-	80

Примечание. А – злаки; В – бобовые; С – разнотравье.

В этом же году участки, где были внесены органические удобрения без обработки почвы с последующим дискованием, были полностью заняты разнотравьем.

Следует отметить яркое проявление первой стадии сукцессии травостоя на фоне дискования естественного луга без посева. Наблюдалась вспышка обилия «бурьяна» из банка семян, который всегда имеется в почве. Из представителей разнотравья преобладал икотник серый (*Berteroa incana*) на участке с дискованием естественного луга без последующего посева многолетних трав. Спровоцированные улучшением аэрации почвы и переходом части аммонийного азота в нитратный в результате проветривания почвы плугом или дисковой бороной сорняки на первом году жизни обгоняют в развитии сеянные травы и обычно господствуют [14].

В варианте, где проведено дискование с последующим посевом трав, основу травостоя составили злаки – 60, бобовые – 30 и разнотравье – 10 %.

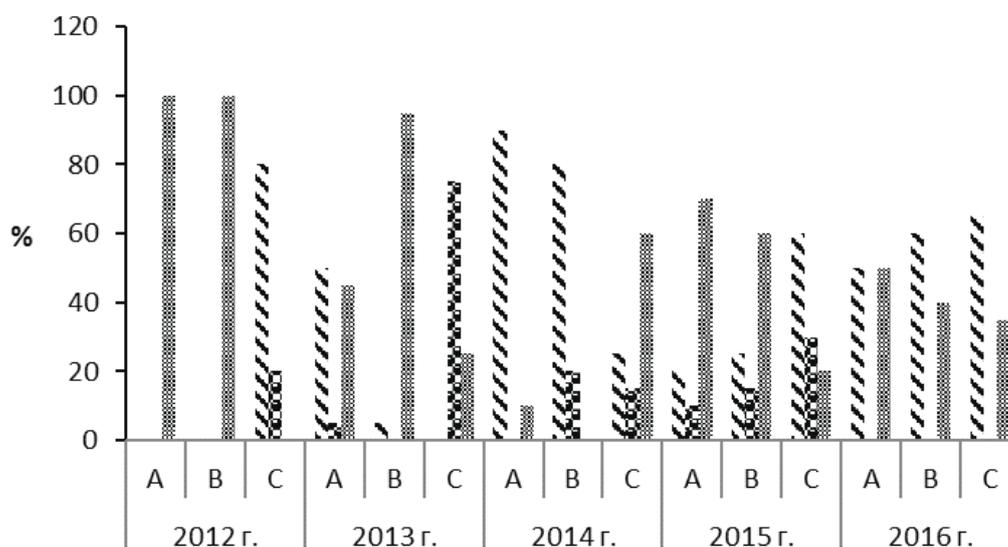
К вегетационному сезону 2016 г. наблюдаются существенные изменения в составе травостоя естественных угодий. В вариантах

без обработки почвы и с дискованием распределение злаков и разнотравья относительно равномерное. Так, в варианте без удобрений и обработки почвы (контроль) было 50 % злаков и 50 % разнотравья, в варианте с дискованием почвы соотношение в травостое злаков, разнотравья составило 60 и 40 %. В варианте, где проведено дискование с последующим посевом трав, злаковых – 65, разнотравья – 35 %. Бобовых трав не отмечено. Возможно, преобладание злаковых и разнотравья существенно препятствовало развитию бобовых трав.

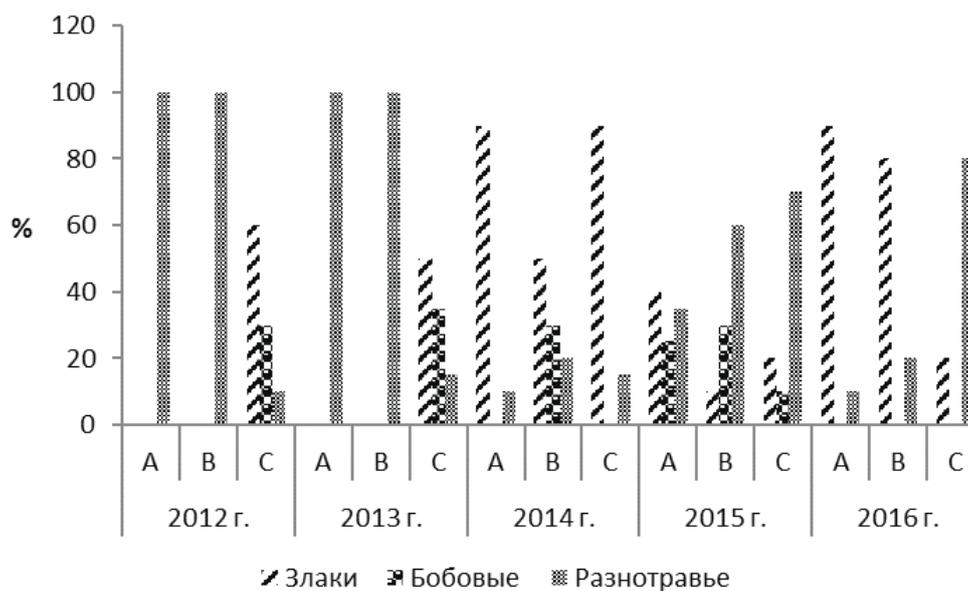
На удобренных органическими удобрениями участках показатели другие. Так, в варианте без обработки почвы злаковых было 90 %, разнотравья – 10 %. Дискование почвы способствовало усиленному развитию злаковых трав, доля которых достигала 80, разнотравья – 20 %, бобовых в травостое не отмечено. В варианте с дискованием и последующим посевом трав разнотравья было 80 % и только 20 % приходилось на злаковые травы.

Структура травостоя естественных пастбищ в динамике по годам жизни в зависимости от удобрений и обработки почвы представлена на рисунке.

Без удобрений



Органические удобрения



▨ Злаки ▩ Бобовые ▧ Разнотравье

Рис. 1. Структура естественного луга без обработки почвы (А), при дисковании (В) и при дисковании с последующим посевом многолетних трав (С)

Fig. 1. Structure of a natural meadow without tillage (A), with disking (B) and with disking followed by seeding with perennial grasses (C)

Так, на второй год наблюдений (2012 г.) в варианте без удобрений и обработки почвы, а также на участке с дискованием преобладало разнотравье (100 %). На участке с дискованием и последующим посевом трав соотношение злаковых и бобовых – 80 и 20 %.

Разнотравья не отмечено. На следующий год в варианте без обработки почвы, а также в варианте, где было проведено дискование, отмечаются только представители разнотравья. В варианте с посевом трав преобладали бобовые (75 %) и только 25 % разнотравья.

Следовательно, в удобренных вариантах и без удобрений в первые два года наблюдений преобладало разнотравье, в последующие два года – разнотравье, злаковые и бобовые травы. К последнему году наблюдений в травостое преобладали злаки (60–80 %) и разнотравье (30–45 %). Бобовые развиваются только на третий год наблюдений (четвёртый год жизни) и занимают незначительную нишу в течение 2–3 лет.

Появление и выживание бобовых трав на пастбищах в течение нескольких лет при разных условиях возделывания отмечено и за рубежом [16].

Изменение урожайности естественного луга под влиянием органических удобрений и обработки почвы на второй и шестой годы после улучшения представлено в табл. 2. На второй год после закладки (2012 г.) в варианте без обработки почвы (контроль) наблюдается рост продуктивности под влиянием органических удобрений – с 0,5 до 0,7 т/га абсолютно сухого вещества, в варианте, где

проведено дискование, – с 0,4 до 0,8, на участке с дискованием и последующим посевом многолетних трав – с 0,6 до 0,8 т/га. Однако повышение урожайности на удобренных органическими удобрениями участках было незначительным.

На шестой год исследований (2016 г.) рост урожайности более значителен и достоверен по сравнению с контролем. Так, в варианте без обработки почвы рост урожайности составил с 0,6 до 1,1, в варианте с дискованием – с 0,6 до 1,6, там, где дискование проведено с последующим посевом трав, от 1,1 до 1,5 т/га абсолютно сухого вещества. Разница достоверна во всех изучаемых вариантах. Нарастание урожайности происходит за счёт развития в травостое сеяных бобовых и злаковых трав.

Таким образом, продуктивность естественного луга значительно нарастает к шестому году жизни трав после проведенного улучшения.

Таблица 2

Динамика продуктивности естественного луга под влиянием удобрений и обработки почвы, т/га абсолютно сухого вещества

Dynamics of natural grassland productivity as a result of fertilization and tillage, t/ha absolute dry matter

Удобрение (А)	Обработка почвы (В)								
	Без обработки			Дискование			Дискование + посев		
	Сухое в-во	К. ед.	ГДЖ	Сухое в-во	К. ед.	ГДЖ	Сухое в-во	К. ед.	ГДЖ
<i>2012 г.</i>									
Без удобрений (контроль)	0,5	0,3	4,1	0,4	0,26	3,5	0,6	0,3	5,4
20 т/га навоза	0,7	0,49	6,4	0,8	0,5	6,8	0,8	0,5	7,0
НСР _{0,5} (по сухому веществу) А – 0,67; В – 0,45; АВ – 0,42									
<i>2016 г.</i>									
Без удобрений (контроль)	0,6	0,4	5,2	0,6	0,4	4,4	1,1	0,8	9,2
20 т/га навоза	1,1	0,8	9,3	1,6	1,0	12,8	1,5	1,0	12,6
НСР _{0,5} (по сухому веществу) А – 0,22; В – 0,22; АВ – 0,18									

ВЫВОДЫ

1. Перед началом исследований в травостое преобладало разнотравье. Внесение удобрений, обработка почвы и посев многолетних трав существенно меняют структуру травостоя. Удобрения и обработка почвы способствуют развитию злаковых трав, доля которых достигает 60–90 % травостоя. В вариантах с посевом трав доля бобовых составляет 25–30 %.

2. Начиная с третьего – четвертого года наблюдений доля злаковых, бобовых и разнотравья в травостое примерно выравнивается. К шестому году наблюдений в травостое остаются представители злаковых (70–80 %) и разнотравья, которые полностью вытесняют бобовые травы из травостоя.

3. Продуктивность естественного луга значительно, в 1,5–2 раза, нарастает к шестому году наблюдений под влиянием обработки почвы, удобрений и посева многолетних трав.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Triago L.R.S., Gille M., Dhanoa S.* Studies of method of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle // *British Journal of Nutrition.* – 1992. – N 67. – P. 305–318.
2. *Wilkins R.J.* Advantages and disadvantages in using pastures and earlyharvested silage in animal production systems // *Agricultural University of Norway as Norway.* – 2003. – P. 1–16.
3. *Wilkinson J.M.* Redefining efficiency of feed use by livestock // *Animal.* – 2011. – N 5. – P. 1014–1022.
4. Основные направления развития лугового кормопроизводства в России / А.А. Кутузова, Д.М. Тебердиев, К.Н. Привалова, А.В. Родионова, Е.Е. Проворная, Н.В. Жезмер // *Достижения науки и техники в АПК.* – 2018. – Т. 32, № 2. – С. 17–20.
5. *Косолапов В.М., Трофимов И.А.* Проблемы и перспективы развития кормопроизводства // *Кормопроизводство.* – 2011. – № 2. – С. 4–7.
6. *Лугопастбищные экосистемы в биосфере и сельском хозяйстве России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова, Е.П. Яковлева* // *Кормопроизводство.* – 2011. – № 3. – С. 5–7.
7. *Кашеваров Н.И.* Проблемные вопросы сельского хозяйства и кормопроизводства. – Новосибирск, 2016. – 106 с.
8. *Долголетние культурные пастбища в Западной Сибири / В.П. Малков, Г.А. Демарчук, В.А. Вязовский.* – Новосибирск, 1976. – 128 с.
9. *Тюрюков А.Г., Филиппов К.В.* Приёмы улучшения старовозрастных залежей лесостепной зоны Западной Сибири // *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки.* – 2017. – Т.47, № 6. – С. 5–10.
10. *A foundation of ecology rediscovered: 100 years of succession on the William S. Cooper plots in Glacier Bay, Alaska / V. Vuma, S. Bisbing, J. Krapek, G. Wright* // *Ecology.* – 2017. – Vol. 98, N 6. – P. 1513–1523.
11. *Кулаков В.А., Алтунин Д.А., Леонидова Т.В.* Продуктивность пастбищных агрофитоценозов длительного пользования и плодородие почвы при разных уровнях применения удобрений // *Многофункциональное адаптивное кормопроизводство: сб. науч. тр.* – М., 2017. – Вып. 13 (61). – С. 13–18.
12. *Методика опытов на сенокосах и пастбищах.* – М.: Изд-во ВНИИ кормов, 1971. – Ч. 1–2. – 404 с.
13. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М.: Колос, 1979. – 416 с.
14. *Самбуу А.Д.* Сукцессии растительности в травяных экосистемах Тувы // *Фундаментальные исследования.* – 2013. – № 10. – С. 1095 – 1099.
15. *Миркин Б.М.* Экология естественных и сеяных лугов // *Сельское хозяйство.* – 1991. – Т. 64, № 8. – С. 64.
16. *Emergence and survival of legumes seeded into pastures varying in landscape position / J.A. Guretzky, K.J. Moore, A.D. Knapp, C.E. Brummer* // *Plant and soil.* – 1990. – Vol. 109, N 3. – P. 321–325.

REFERENCES

1. Triago L.R.S., Gille M., Dhanoa S., Studies of method of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle, *British Journal of Nutrition*, 1992, No. 67, pp. 305 – 318.
2. Wilkins R.J., Advantages and disadvantages in using pastures and earlyharvested silage in animal production systems, *Agricultural University of Norway as Norway*, 2003, pp. 1–16.
3. Wilkinson J.M., Redefining efficiency of feed use by livestock, *Animal*, 2011, No. 5, pp. 1014–1022.
4. Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Privalova K.N., Rodionova A.V., Agile E.E., Zhezmer N.V., *Dostizheniya nauki i tekhniki v APK*, 2018, Vol. 32, No. 2, pp. 17–20 (In Russ).
5. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., *Kormoproizvodstvo*, 2011, No. 2, pp. 4–7 (In Russ).
6. Kosolapov V.M., Trofimov I.A., Trofimova L.S., Yakovleva E.P., *Kormoproizvodstvo*, 2011, No. 3, pp. 5–7 (In Russ).
7. Kashevarov N.I., *Problemnye voprosy sel'skogo khozyaystva i kormoproizvodstva* (Problematic issues of agriculture and feed production), Novosibirsk, 2016, 106 p .
8. Malkov V.P., Demarchuk G.A., Vyazovsky V.A., *Dolgoletnie kul'turnye pastbishcha v Zapadnoy Sibiri* (Long-term cultural pastures in Western Siberia), Novosibirsk, 1976, 128 p.
9. Tyuryukov A.G. Filippov K.V., *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2017, T 47, No. 6, pp. 5-10 (In Russ).
10. Buma B., Bisbing S., Krapek J., Wright G., A foundation of ecology rediscovered: 100 years of succession on the William S. Cooper plots in Glacier Bay, Alaska, *Ecology*, 2017, Vol. 98, I. 6, pp. 1513–1523.
11. Kulakov V.A., Altunin D.A., Leonidova T.V., *Mnogofunktsional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo* (Multifunctional adaptive feed production), Collection of scientific tr., Moscow, 2017, Issue 13 (61), pp. 13-18 (In Russ).
12. *Metodika opytov na senokosakh i pastbishchakh* (Methods of experiments on hayfields and pastures), Moscow: Publishing House of the Research Institute of Feed, 1971, Ch. 1-2, 404 p.
13. Dospikhov B.A., *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* (Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)), Moscow: Kolos, 1979, 416 p.
14. Sambuu A.D., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2013, No. 10, pp. 1095–1099 (In Russ).
15. Mirkin B.M., *Sel'skoe khozyaystvo*, 1991, Vol. 64, No. 8, p. 64 (In Russ).
16. Guretzky J.A., Moore K.J., Knapp A.D., Brummer C.E., Emergence and survival of legumes seeded into pastures varying in landscape position, *Plant and soil*, 1990, Vol. 109, No. 3, pp. 321–325.

ПАРАЗИТИРОВАНИЕ *BIPOLARIS SOROKINIANA* SACC. SHOEM. В СИСТЕМЕ
ОРГАНОВ СОРТОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ В СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ
ПРИБОБЬЯ

¹Е.Ю. Торопова, доктор биологических наук, профессор

¹В.Ю. Сухомлинов, аспирант

¹А.А. Кириченко, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

²В.В. Пискарев, кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией

Ключевые слова: яровая пшеница, сорт, *Bipolaris sorokiniana*, корневая гниль, темно-бурая пятнистость, чернота зародыша, конидия

наук, зав. лабораторией

¹Новосибирский государственный аграрный университет, Новосибирск, Россия

²ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

E-mail: 89139148962@yandex.ru

Реферат. Цель работы состояла в выявлении влияния сортов на паразитическую активность *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. в системе подземных и надземных органов яровой пшеницы. Исследования проводили в 2020–2021 гг. в северной лесостепи Приобья. Задачи исследования состояли в изучении развития корневых гнилей и этиологии болезни на подземных органах ряда сортов яровой пшеницы разного географического происхождения; определении роли сортов в проявлении темно-бурой пятнистости листьев и черноты зародыша зерна яровой пшеницы и установлении наличия или отсутствия связей между формами проявления гелиминтоспориоза; выявлении влияния сортов на интенсивность размножения *B. sorokiniana* на прикорневых листьях и численность конидий фитопатогена в ризосферной почве. В рамках изучаемой коллекции из 15 сортов яровой пшеницы не было выявлено сортов, подземные органы которых проявляли бы устойчивость к фузариозно-гелиминтоспориозным гнилям. Развитие корневых гнилей в среднем по органам достигало в 2020 г. 3,8 экономических порога вредоносности (ЭПВ), а в 2021 г. – 4,4 ЭПВ. Сила влияния фактора «сорт» на пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями составила 31,8%, а фактора «год» – 30,3%. Этиология корневых гнилей сортов яровой пшеницы была представлена *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. и грибами рода *Fusarium* Link. Соотношение фитопатогенов на подземных органах определялось условиями года и фитосанитарным состоянием почвы и колебалось по сортам от 1 : 1 до 11 : 1 с доминированием грибов рода *Fusarium*. Распространенность темно-бурой пятнистости достигала от 1,9 до 5 ЭПВ в фазе молочной спелости сортов. Коэффициент корреляции между развитием корневых гнилей и распространенностью темно-бурой пятнистости составил $0,526 \pm 251$ и был статистически достоверным. Сортные различия по распространенности черноты зародыша зерна достигали 11,4 раза, на уровне пороговых значений были поражены 3 сорта (Сибирская 17, Новосибирская 15, Рулада), в умеренной степени – 4 сорта, а 7 сортов были поражены в сильной степени. Коэффициент корреляции распространенности темно-бурой пятнистости и черноты зародыша составил $0,521 \pm 232$ и был статистически достоверным на 1%-м уровне значимости. По динамике споруляции *B. sorokiniana* на прикорневых листьях сорта яровой пшеницы методом иерархической кластеризации Уорда были разделены на две группы: с равномерной скоростью и с экспоненциальным скачком интенсивности споруляции. Сорта Jin Chun 2 (Китай) и K-65834 (Таджикистан) в оба года исследований были наиболее активными источниками воспроизводства *B. sorokiniana*. Численность почвенной популяции фитопатогена отражала интенсивность его размножения на прикорневых листьях, коэффициент корреляции между интенсивностью размножения *B. sorokiniana* и численностью конидий в почве в 2020 г. был $0,890 \pm 0,127$ ($P < 0,01$), в 2021 г. $0,849 \pm 0,146$ ($P < 0,01$).

PARASITIZATION OF *BIPOLARIS SOROKINIANA* SACC. SHOEM. IN THE ORGAN SYSTEM OF SPRING WHEAT VARIETIES IN THE NORTHERN FOREST-STEPPE OF PRIOBYE REGION.

¹E.Iu. Toropova, Doctor of Biological Sciences, Professor

¹V.Iu. Sukhomlinov, Post-graduate student

¹A.A. Kirichenko, Ph.D. in Agricultural Sciences, Associate Professor

²V.V. Piskaryov, Ph.D. in Agricultural Sciences, Head of laboratory

¹Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

²Federal Research Center Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Keywords: spring wheat, variety, *Bipolaris sorokiniana*, root rot, dark brown spot, germ blackness, conidia.

Abstract. *The work aimed was to identify the effect of varieties on the parasitic activity of Bipolaris sorokiniana Sacc. Shoem. in the system of underground and aboveground organs of spring wheat. The research was carried out in 2020-2021 in the northern forest-steppe of Priobye region. The tasks of the study were to investigate the development of root rot and the etiology of the disease on the underground organs of a number of spring wheat varieties of different geographical origin; determine the role of varieties in the manifestation of dark brown leaf spot and black germ of spring wheat grain; establish the presence or absence of relationships between forms of helminthosporium; identify the effect of varieties on the intensity of reproduction B. Sorokiniana on root leaves and the number of conidia of the phytopathogen in the rhizosphere soil. The authors used a collection of 15 varieties of spring wheat. The study did not identify any varieties whose underground organs showed resistance to fusarium-helminthosporium rot. Root rot development averaged over the organs to reach 3.8 units of Economic Threshold of Harmfulness (ETH) in 2020, and in 2021 - 4.4 units of ETH. The effect of the "variety" factor on the incidence of root rot in spring wheat was 31.8% and the "year" factor 30.3%. The authors presented the etiology of root rot of spring wheat cultivars by Bipolaris sorokiniana Sacc. Shoem. and fungi of the genus Fusarium Link. The ratio of phytopathogenes on underground organs was determined by conditions of the year and phytosanitary state of soil; the ratio varied from 1:1 to 11:1 with predominance of fungi of genus Fusarium. The prevalence of brown spot disease reached 1.9 units to 5 units ETH in the lactic maturity phase of the cultivars. The correlation coefficient between the development of root rot and the prevalence of dark brown spot was 0.526 ± 251 and was statistically reliable. Variety differences in the prevalence of grain black spot reached 11.4 times, 3 varieties (Sibirskaya 17, Novosibirskaya 15, Ruslada) were affected at the threshold level; 4 varieties were affected to a moderate degree; 7 varieties were severely affected. Коэффициент корреляции распространенности темно-бурой пятнистости и черноты зародыша составил $0,521 \pm 232$ и был статистически достоверным на 1%-м уровне значимости. The authors used Ward's hierarchical clustering method to divide the plants into two groups according to the sporulation dynamics of B. sorokiniana on the root leaves of spring wheat. The first group of spring wheat was with a uniform rate. The second group were varieties of wheat with an exponential jump in sporulation intensity. The varieties Jin Chun 2 (China) and K-65834 (Tajikistan) were the most active sources of B. sorokiniana reproduction in both study years. The size of the soil population of the phytopathogen reflected the intensity*

Возбудитель гельминтоспориозной (обыкновенной) корневой гнили зерновых культур *Bipolaris sorokiniana* (Sacc.) Shoemaker (син. *Helminthosporium sativum* Pam., King et Bakke; *H. sorokiniana* Sacc.; *Drechslera sorokiniana* Subram) имеет широкое распространение во многих странах мира и вызывает на зерновых культурах (особенно на яровой пшенице и ячмене), многих видах мятликовых трав и сорных растений три вида симптомов – корневую гниль, чёрный зародыш зерна и тёмно-бурую пятнистость листьев [1–3]. Фитопатоген способен системно заражать растения, инфицируя как подземные (основная экологическая ниша), так и надземные (дополнительная экологическая ниша) органы [4, 5]. Формы болезни связаны с факторами передачи возбудителя: при передаче во времени через почву и инфицированные растительные остатки возникает корневая гниль, поражающая все подземные органы растений-хозяев [1, 6, 7]. Эта форма болезни характеризуется высокой вредоносностью, вызывает снижение всхожести, подавление роста и развития растений в течение всей вегетации, потери урожайности и качества зерновой продукции [2, 7, 8]. При передаче *B. sorokiniana* во времени с семенами, проявляющейся в черноте зародыша зерна, происходит, кроме снижения всхожести и подавления ростовых процессов, формирование новых и развитие уже существующих почвенных очагов фитопатогена [1, 9]. Такие очаги трудноискоренимы, поскольку конидии и хламидоспоры микромицета выживают в почве 5 лет и более [1, 10]. При передаче фитопатогена воздушно-капельным путём, которая успешно осуществляется во влажных условиях при ГТК выше 1, возникает тёмно-бурая пятнистость листьев, особенно вредоносная на ячмене [11].

Исследования показали, что проявление форм гельминтоспориоза и агрессивность фитопатогена зависят от генетических особенностей сортов [12–14]. Сорта обладают сложными генетическими системами устойчивости к *B. sorokiniana*, которые активно изучаются современными методами с целью получения устойчивых форм [11, 15, 16].

Особенностью микромицета является приуроченность тактик жизненного цикла к разным органам растения-хозяина. Органами, наиболее восприимчивыми к заражению *B. sorokiniana* (тактика Т – трофических связей), являются эпикотиль и корневая система растения, а массовое размножение (тактика Р) возбудителя всегда происходит на влажных прикорневых листьях, т. е. на границе «почва–воздух» [1].

Паразитическая активность фитопатогена в системе подземных и надземных органов растений-хозяев регулируется комплексом биотических и абиотических факторов, влияющих как непосредственно на фитопатогена, так и на защитные механизмы растений [17]. Среди биотических факторов важная роль принадлежит супрессорам почвы, ограничивающим выживаемость покоящихся структур *B. sorokiniana* посредством продуцирования микотоксинов или антибиотиков, которые нарушают у патогена биосинтез белка, хитина и деятельность клеточных мембран. Для супрессии фитопатогена важна экссудатная активность корневой системы растения, поскольку его экзогенные метаболиты – индукторы и питательный субстрат супрессоров – антагонистов фитопатогенов, заселяющих ризосферу восприимчивого злака [14]. Среди абиотических факторов, определяющих агрессивность фитопатогена на подземных органах, решающая роль принадлежит гидротермическим стрессам, повышающим восприимчивость растений к обыкновенной корневой гнили [18]. Тёмно-бурая пятнистость листьев и чернота зародыша зерна, напротив, проявляются при условии наличия в воздухе капельно-жидкой влаги, особенно в период формирования и созревания зерна [1].

В настоящее время формы гельминтоспориозной инфекции изучаются преимущественно разрозненно, наличие или отсутствие связей между ними не доказано, недостаточно информации и о влиянии сортов на паразитическую активность *B. sorokiniana* во всей системе подземных и надземных органов растений-хозяев.

Цель работы состояла в выявлении влияния сортов на паразитическую активность *B. sorokiniana* в системе подземных и надземных органов яровой пшеницы.

Задачи исследования:

1. Изучить развитие корневых гнилей и этиологию болезни на подземных органах ряда сортов яровой пшеницы разного географического происхождения.

2. Определить роль сортов в проявлении темно-бурой пятнистости листьев и черноты зародыша зерна яровой пшеницы и установить наличие или отсутствие связей между формами проявления гельминтоспориоза.

3. Установить влияние сортов на интенсивность размножения *B. sorokiniana* на прикорневых листьях и численность конидий фитопатогена в ризосферной почве.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили в 2020–2021 гг. на опытном поле, расположенном в северной лесостепи Приобья (Новосибирский район Новосибирской области). В исследованиях были использованы сорта яровой пшеницы из различных регионов, изучаемые по бюджетному проекту № 0259-2021-0018 ФИЦ Институт цитологии и генетики СО РАН (лаборатория генофонда растений): из Новосибирской области (Новосибирская 15, Обская 2, Сибирская 17), Алтайского края (Тобольская), Курганской области (Зауралочка), Кемеровской области (Руслада), Ленинградской области (ЛТ-3), Самарской области (Тулайковская надежда), Таджикистана (К-65834), Китая (Long Fu 13, Jin Chun 2), Германии (Remus), Швейцарии (Quarna), Финляндии (Manu), Канады (NIL Thatcher Lr 13), в общей сложности 15 сортов. Площадь под каждым сортом 2 м², повторность трехкратная. Предшественник – пар. Почва – выщелоченный чернозем.

Гидротермические условия вегетации 2020 г. были довольно экстремальными и способствовали развитию гельминтоспориозной инфекции. Май был очень теплым и влажным. Превышение среднесезонных температурных данных составило 4,4°C. Одновременно

выпало 1,6 нормы осадков. В июне на фоне среднесезонных температур выпало только 45% осадков от многолетней нормы. Растения испытывали водный стресс. В июле выпало 1,35 нормы осадков, температура была близка к среднесезонным значениям. Август, как и май, был теплым и влажным, среднемесячная температура превышала норму на 2,4°C, а осадков выпало 1,28 от среднесезонной нормы. Гидротермические условия вегетации 2021 г. тоже были экстремальными, но стрессы распределялись по-другому относительно 2020 г., что сказалось на развитии корневых гнилей и других форм гельминтоспориозной инфекции. Май был теплым и засушливым, превышение среднесезонных температурных данных составило 3,4°C, но выпало только 67,6% от нормы осадков. Если учесть засушливость апреля, когда выпало только 24,9% от многолетней нормы, то развитие всходов происходило в условиях гидротермического стресса, чего не было отмечено в 2020 г. В июне на фоне среднесезонных температур выпало в 1,4 раза больше осадков по сравнению с многолетней нормой. Июль, так же как и май, был засушливым, выпало только 36% от многолетней нормы осадков, температура была близка к среднесезонным значениям. Засушливость июля ограничила развитие листостеблевых инфекций, они проявились только в конце вегетации, в период созревания зерна. Август был теплым, на 1,9°C выше нормы, а осадков выпало точно на уровне среднесезонной нормы (67 мм), что способствовало инфицированию колосов яровой пшеницы возбудителями черноты зародыша.

Для оценки степени проявления разных типов симптомов (корневая гниль, темно-бурая пятнистость листьев, чернота зародыша зерна), вызываемых *B. sorokiniana*, на сортах яровой пшеницы были отобраны по 60 растений (по 20 растений с повторности) каждого сорта и проведен их фитопатологический анализ дифференцированно по органам – листья, основание стебля, эпикотиль, первичные и вторичные корни. В исследованиях был использован комплекс авторских и апробированных методов [19]. Подземные органы для

изучения симптоматики корневых гнилей были проанализированы в динамике по фазам вегетации как в 2020-м, так и в 2021 г. На анализируемых органах была уточнена этиология болезни путем проведения их микологического анализа на агаре Чапека. Анализ листьев на проявление темно-бурой пятнистости листьев был проведен по международной шкале. Чернота зародыша зерна была исследована после обмолота колосьев по методике А.Т. Троповой. Для изучения интенсивности размножения микромицета на прикорневых листьях сортов яровой пшеницы был использован метод смыва [20].

Статистическую обработку данных проводили методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием пакета STATISTICA 6.0 для Windows, кластерный анализ проведен с помощью библиотеки SciPy для языка программирования Python.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты оценки пораженности коллекции сортов яровой пшеницы корневыми гнилями показаны в табл. 1.

Таблица 1

Развитие и этиология корневой гнили сортов яровой пшеницы в конце вегетации по сортам и годам
Development and etiology of root rot of spring wheat varieties at the end of vegetation by varieties and years

Сорт	Развитие болезни, %		Соотношение <i>Fusarium</i> spp. и <i>B. sorokiniana</i>	
	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
Новосибирская 15	46,4	43,2	2 : 1	1 : 1
Сибирская 17	49,2	38,3	2 : 1	1 : 1
Обская 2	52,5	48,3	3 : 1	1 : 1
ЛТ-3	42,6	41,9	3 : 1	3 : 1
Тулайковская надежда	47,8	47,8	11 : 1	1 : 1
Тобольская	38,4	52,0	2 : 1	2 : 1
Зауралочка	47,5	41,8	2 : 1	2 : 1
Руслада	55,0	37,6	2 : 1	2 : 1
Remus	53,3	49,7	2 : 1	1 : 1
NIL Thatcher Lr 35	57,5	60,0	2 : 1	2 : 1
Jin Chun 2	48,1	40,9	2 : 1	3 : 1
Long Fu 13	50,8	48,0	2 : 1	2 : 1
Manu	56,3	55,0	2 : 1	2 : 1
Quarna	53,6	61,4	2 : 1	2 : 1
К-65834	52,8	66,4	5 : 1	1 : 1
НСП _{0,5}	12,51	12,63	-	-

Данные таблицы свидетельствуют, что паразитическая активность почвенных фитопатогенов в годы исследований была высокой, и развитие корневых гнилей в среднем по органам достигало в 2020 г. 3,8 экономических порога вредоносности (ЭПВ = 15%) (канадский сорт NIL Thatcher Lr 35), а в 2021 г. – 4,4 ЭПВ (таджикистанский сорт К-65834). Значительное развитие корневых гнилей было связано с высокой заселенностью почвы фитопатогенами, повторяющимся в течение

вегетации гидротермическими стрессами и сильным (до 100%) повреждением растений внутрисклевыми вредителями (*Oscinella pusilla* Mg., *Phorbia genitalis* Schnalb., *Mayetiola destructor* Say.), усиливавшими патогенез корневых гнилей независимо от этиологии. В среднем по вегетации сила влияния фактора «сорт» на пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями составила 31,8%, а фактора «год» – 30,3%.

Этиология корневых гнилей сортов яровой пшеницы была представлена *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. и грибами рода *Fusarium* Link., встречаемость которых на подземных органах растений яровой пшеницы в течение вегетации была близка к 100%, что отражает региональные закономерности [3]. Благоприятным для грибов рода *Fusarium* был 2020 г., в течение всей вегетации они доминировали на всех подземных органах сортов яровой пшеницы. Не было выявлено ни одного сорта, где бы *B. sorokiniana* проявил высокую конкурентную способность и его вклад в патогенный комплекс корневых гнилей был бы выше, чем у фузариевых грибов. Иная ситуация с этиологией корневых гнилей сложилась в 2021 г. – растения возделывались на почвенном фоне с более высокой (в 2,5 раза) заселенностью конидиями *B. sorokiniana* по сравнению с 2020 г., и условия года благоприятствовали вытеснению к концу вегетации грибов рода *Fusarium* из подзем-

ных органов ряда сортов [18]. Соотношение между фитопатогенами на фазе зрелости на половине сортов было равным, и в 2021 г. были выявлены сорта ЛТ-3, Ману и К-65834, которые поражались преимущественно гельминтоспориозной гнилью.

Таким образом, в рамках изучаемой коллекции не было выявлено сортов яровой пшеницы, подземные органы которых проявляли бы устойчивость к фузариозно-гельминтоспориозным гнилям. Соотношение фитопатогенов на подземных органах определялось условиями года и фитосанитарным состоянием почвы.

Учитывая способность *B. sorokiniana* к системному заражению растений, нами был проведен учет симптомов гельминтоспориозной инфекции на надземных вегетативных (темно-бурая пятнистость листьев) и генеративных (чернота зародыша зерна) органах сортов яровой пшеницы (табл. 2).

Таблица 2

Распространенность темно-бурой пятнистости и черноты зародыша зерна по сортам в 2021г., %
The prevalence of dark brown spotting and blackness of the germ of grain by variety in 2021, %

Сорт	Темно-бурая пятнистость	Чернота зародыша зерна
Новосибирская 15	69	5,3
Сибирская 17	37	2,3
Обская 2	42	7,7
Тобольская	89	15,0
Remus	55	8,3
NIL Thatcher Lr 35	69	16,3
Рулада	77	3,0
Long Fu 13	81	10,7
Jin Chun 2	89	26,3
Зауралочка	63	13,3
ЛТ-3	100	10,3
Тулайковская надежда	92	23,7
К-65834	81	8,7
Ману	63	12,7
Quarna	49	11,7
HCP _{0,5}	10,1	1,17

Таблица свидетельствует, что сортовые различия по распространению темно-бурой пятнистости достигали 2,7 раза в фазе молочной спелости яровой пшеницы. В целом

пораженность сортов была значительной, составляя от 1,9 до 5 ЭПВ (20%). Наименее пораженным был сорт Сибирская 17, а наиболее пораженным – сорт из Ленинградской

области ЛТ-3. В рамках коллекции не было выявлено иммунных или высокоустойчивых к темно-бурой пятнистости сортов. Была выявлена умеренная, но достоверная корреляционная связь развития корневых гнилей с распространением темно-бурой пятнистости, вызываемой на листьях сортов яровой пшеницы почвенным фитопатогеном *B. sorokiniana*. Коэффициент корреляции составил $0,526 \pm 251$ и был статистически достоверным. Относительно невысокая степень связи обусловлена сложной этиологией корневых гнилей, а именно, доминированием грибов рода *Fusarium* в патогенных комплексах подземных органов сортов яровой пшеницы.

Сортовые различия по распространенности черноты зародыша зерна достигали 11,4 раза. Ниже или на уровне пороговых значений (ЭПВ = 5%) были поражены только 3 сорта, причем сибирской селекции – Сибирская 17, Новосибирская 15 (Новосибирская об-

ласть) и Русллада (Алтайский край). В пределах трех ЭПВ, т. е. в умеренной степени, было поражено чернотой зародыша зерно 4 сортов, остальная коллекция (7 сортов) была поражена в сильной степени. Учитывая высокие требования международной торговли к чистоте зерна от черноты зародыша, следует обязательно определять этот показатель в ходе практической селекции яровой пшеницы. Можно осторожно предположить и наличие генов устойчивости в генотипах сортов яровой пшеницы, учитывая значительные сортовые различия в проявлении симптомов.

Для всесторонней оценки взаимодействия сортов с почвенными фитопатогенами очень важным аспектом является выяснение влияния растений на очаги микромицетов. Влияние растений может выражаться как в воздействии на размножение микромицетов, так и во влиянии на выживание их покоящихся структур в почве (табл. 3).

Таблица 3

Интенсивность размножения на прикорневых листьях и численность конидий *Bipolaris sorokiniana* в ризосферной почве сортов перед уборкой
The intensity of reproduction on basal leaves and the number of *Bipolaris sorokiniana* conidia in the rhizosphere soil of varieties before harvesting

Сорт	2020 г.		2021 г.	
	число конидий в 1 г воздушно-сухого листа, $\times 10^3$	численность конидий в 1 г воздушно-сухой почвы	число конидий в 1 г воздушно-сухого листа, $\times 10^3$	численность конидий в 1 г воздушно-сухой почвы
Контроль	-	28	-	73
Новосибирская 15	23,3	165	48,1	160
Сибирская 17	17,5	75	11,1	104
Обская 2	18,6	103	22,9	97
ЛТ-3	38,3	108	33,2	260
Тулайковская надежда	59,9	158	44,2	257
Зауралочка	17,1	78	35,5	259
Тобольская	10,3	70	15,4	79
Русллада	26,4	150	25,5	97
Long Fu 13	25,3	140	44,1	210
Remus	57,1	343	55,3	248
NIL Thatcher Lr35	25,9	98	47,0	284
Jin Chun 2	154,7	418	61,7	400
Manu	62,6	195	49,9	352
Quarna	20,9	73	33,7	255
K-65834	196,6	1375	74,3	700
HCP ₀₅	11,23	50,3	8,01	42,6

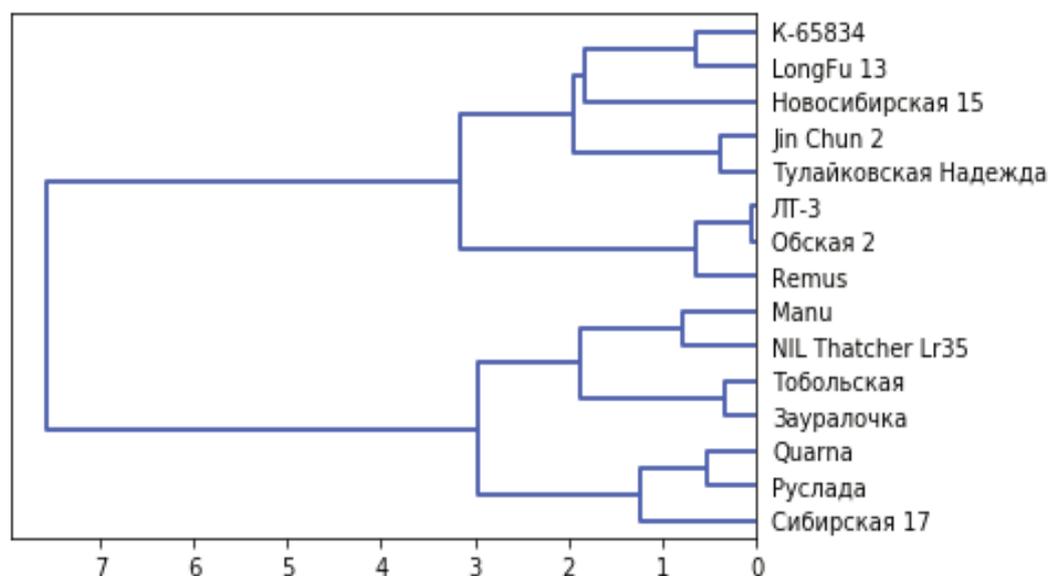
Данные таблицы показывают, что исходная численность конидий в почве перед посевом в 2020 г. составляла 27,5 экземпляра на 1 г почвы при деградации 45,5% популяции, т. е. на уровне зонального биологического порога вредоносности (ПВ для выщелоченного чернозема – 20–30 конидий на 1 г почвы). Заселенность ризосферной почвы сортов конидиями *B. sorokiniana* к концу вегетационного периода превышала ПВ до 55 раз. Особенно высокий коэффициент размножения по отношению исходной, перед вегетацией, и итоговой численности конидий был выявлен под сортами Remus (Германия) – 12,5, Jin Chun 2 (Китай) – 15,2 и К-65834 (Таджикистан) – 50,0. Под этими сортами выявлен невысокий уровень деградации конидий, свидетельствующий о недостаточной супрессивности ризосферной почвы к *B. sorokiniana*.

Исходная численность конидий в почве перед посевом в 2021 г. составляла 62,9 экземпляра на 1 г почвы при деградации 89,5% популяции. Данные табл. 3 свидетельствуют, что заселенность ризосферной почвы сортов конидиями *B. sorokiniana* к концу вегетационного периода превышала ПВ до 28 раз. Особенно высокий коэффициент размножения по отношению исходной, перед вегетацией, и итоговой численности конидий был выявлен под сортами Manu (Финляндия) – 14,1, Jin Chun 2 (Китай) – 16 и К-65834 (Таджикистан) – 28. Под этими сортами выявлен невысокий уровень деградации конидий, свидетельствующий о недостаточной супрессивности ризосферной почвы к *B. sorokiniana*. Сорта Jin Chun 2 (Китай) и К-65834 (Таджикистан) вошли в группу активных источников воспроизводства *B. sorokiniana* и в 2020 г.

Численность почвенной популяции фитопатогена отражала интенсивность его размножения на прикорневых листьях. Коэффициент корреляции между интенсивностью размножения *B. sorokiniana* и численностью конидий в почве в 2020 г. был высоким и достоверным $R = 0,890 \pm 0,127$ ($P < 0,01$). Это подтверждает приуроченность тактики размножения микромицета к прикорневым листьям в конце вегетации яровой пшеницы.

Численность почвенной популяции фитопатогена в 2021 г. также отражала интенсивность его размножения на прикорневых листьях. Коэффициент корреляции между интенсивностью размножения *B. sorokiniana* и численностью конидий в почве в 2021 г. был высоким и достоверным: $R = 0,849 \pm 0,146$ ($P < 0,01$). В целом по коллекции сортов, несмотря на различия условий года, коэффициент корреляции численности конидий в 1 г листа составил по годам $R = 0,788 \pm 0,171$ и был статистически достоверным на 1%-м уровне значимости. Коэффициент корреляции сортовых показателей заселенности ризосферной почвы конидиями *B. sorokiniana* по годам составил $R = 0,858 \pm 0,142$ ($P < 0,01$). Это свидетельствует о стабильности влияния сортов на размножение и выживание *B. sorokiniana*, тогда как тактика трофических связей фитопатогена была подвержена изменчивости и высокой зависимости от условий года.

Иерархическая кластеризация сортов методом Уорда (рисунок) показала, что по динамике споруляции *B. sorokiniana* на прикорневых листьях сорта могут быть разделены на две группы, первая из которых включала 8 сортов (К-65834, Long Fu 13, Новосибирская 15, Jin Chun 2, Тулайковская надежда, ЛТ-3, Обская 2, Remus) с первоначальным медленным размножением и дальнейшим экспоненциальным скачком интенсивности споруляции более чем в 2 раза. В ряде случаев сорта этой группы (Remus, Jin Chun 2, К-65834) значительно увеличивали почвенную популяцию фитопатогена и являлись в фитосанитарном отношении весьма нежелательными, ухудшая здоровье почвы в долгосрочном плане. Вторую группу составили сорта с равномерной скоростью споруляции фитопатогена на протяжении всего периода наблюдений. Эти сорта менее значительно обостряли фитосанитарную ситуацию в почве и могут быть перспективными в плане долгосрочной стабилизации агроценозов. Возможно, это деление сортов на группы связано с особенностями регуляции размножения фитопатогена генотипом растения-хозяина.



Дендрограмма разделения сортов по коэффициентам полиномиальной регрессии интенсивности споруляции *B. sorokiniana*

Dendrogram of varieties separation by coefficients of polynomial regression of *B. sorokiniana* sporulation intensity

ВЫВОДЫ

1. В рамках изучаемой коллекции из 15 сортов яровой пшеницы не было выявлено сортов, подземные органы которых проявляли бы устойчивость к фузариозно-гельминтоспориозным гнилям. Развитие корневых гнилей в среднем по органам достигало в 2020 г. 3,8 экономических порога вредоносности, а в 2021 г. – 4,4 ЭПВ. Сила влияния фактора «сорт» на пораженность яровой пшеницы корневыми гнилями составила 31,8%, а фактора «год» – 30,3%.

2. Этиология корневых гнилей сортов яровой пшеницы была представлена *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. и грибами рода *Fusarium* Link. Соотношение фитопатогенов на подземных органах определялось условиями года и фитосанитарным состоянием почвы и колебалось по сортам от 1 : 1 до 11 : 1 с доминированием грибов рода *Fusarium*.

3. Распространенность темно-бурой пятнистости достигала от 1,9 до 5 ЭПВ в фазе молочной спелости сортов. Коэффициент корреляции между развитием корневых гнилей и распространенностью темно-бурой пятнисто-

сти составил $0,526 \pm 251$ и был статистически достоверным.

4. Сортные различия по распространенности черноты зародыша зерна достигали 11,4 раза, на уровне пороговых значений 3 сорта (Сибирская 17, Новосибирская 15, Руследа), в умеренной степени были поражены – 4 сорта, 7 сортов – в сильной степени. Коэффициент корреляции распространенности темно-бурой пятнистости и черноты зародыша составил $0,521 \pm 232$ и был статистически достоверным на 1%-м уровне значимости.

5. По динамике споруляции *B. sorokiniana* на прикорневых листьях сорта яровой пшеницы методом иерархической кластеризации Уорда были разделены на две группы: с равномерной скоростью и с экспоненциальным скачком интенсивности споруляции. Сорта Jin Chun 2 (Китай) и K-65834 (Таджикистан) в оба года исследований были наиболее активными источниками воспроизводства *B. sorokiniana*.

6. Численность почвенной популяции фитопатогена отражала интенсивность его размножения на прикорневых листьях, коэффициент корреляции между интенсивностью размножения *B. sorokiniana* и численностью

конидий в почве в 2020 г. был $0,890 \pm 0,127$
($P < 0,01$), в 2021 г. – $0,849 \pm 0,146$ ($P < 0,01$).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 20-316-90008. Кластерный анализ данных проведен А.В. Станкевич.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Чулкина В.А. Биологические основы эпифитотиологии: монография. – М.: ВО Агропромиздат, 1991. – 288 с.
2. Figueroa M., Hammond-Kosack K.E., Solomon P.S. A review of wheat diseases—a field perspective // *Molecular Plant Pathology*. – 2018. – Vol. 19, N 6. – P. 1523–1536.
3. Parasitic activity of plant pathogens at the underground organs of spring wheat in the West Siberia / E.Yu. Toropova, I.G. Vorob'ova, A.A. Kirichenko, R.I. Trunov // *J. Phys.: Conf. Ser.* 1942 0120791942 (2021) 012079 IOP Publishing. – DOI:10.1088/1742-6596/1942/1/012079.
4. Vorobyeva I.G., Toropova E.Yu. On the Issue of Ecological Niches of Plant Pathogens in Western Siberia // *Contemporary Problems of Ecology*. – 2019. – Vol. 12, N 6. – P. 667–674.
5. Spatial distribution of root and crown rot fungi associated with winter wheat in the north China plain and its relationship with climate variables / F. Xu, G. Yang, J. Wang [et al.] // *Frontiers in Microbiology*. – 2018. – Vol. 9, N 5. – P. 1054.
6. Healthy Soil – Condition for Sustainability and Development of the Argo and Socio spheres (Problem-Analytical Review) / M.S. Sokolov, A.M. Semenov, Yu.Ya. Spiridonov, E.Yu. Toropova, A.P. Glinushkin // *Biology Bulletin*. – 2020. – Vol. 47, N. 1, P. 18–26.
7. Видовой состав возбудителей корневой гнили на яровых зерновых в республике Мордовия / М.И. Киселева, Н.С. Жемчужина, В.П. Дубовой, В.В. Лапина // *Сельскохозяйственная биология*. – 2016. – Т. 51, № 1. – С. 119–127.
8. Duveiller E.M., Sharma R.C. Genetic improvement and crop management strategies to minimize yield losses in warm non-traditional wheat growing areas due to spot blotch pathogen *Cochliobolus sativus* // *Journal of Phytopathology*. – 2009. – Vol. 157, N 9. – P. 521–534.
9. Burlakoti R.R., Shrestha S.M., Sharma R.C. Effect of natural seed-borne inoculum of *Bipolaris sorokiniana* on the seedling emergence and vigour, and early establishment of foliar blight in spring wheat // *Archives of Phytopathology and Plant Protection*. – 2014. – Vol. 47, N 7. – P. 812–820.
10. The conidia *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. distribution in the soil of Altai and Kazakhstan arid regions / E.Yu. Toropova, A.P. Glinushkin, M.K. Insebaeva, G.Ya. Stetsov // *J. Phys.: Conf. Ser.* 1942 (2021) 012078. 5p. IOP Publishing. – DOI:10.1088/1742-6596/1942/1/012078.
11. Genome-wide association studies in a barley (*Hordeum vulgare*) diversity set reveal a limited number of loci for resistance to spot blotch (*Bipolaris sorokiniana*) / F. Novakazi, F. Ordon, O. Afanasenko [et al.] // *Plant Breeding*. – 2020. – Vol. 139, N 3. – P. 521–535.
12. Торопова Е.Ю., Соколов М.С. Роль сорта в контроле обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы // *Агрохимия*. – 2018. – № 11. – С. 48–59.
13. Торопова Е.Ю., Пискарев В.В., Сухомлинов В.Ю. Поиск сортов яровой пшеницы с групповой устойчивостью к фузариозно-гельминтоспориозным корневым гнилям // *Агрохимия*. – 2019. – № 11. – С. 57–62.
14. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на устойчивость к почвенным инфекциям / Е.Ю. Торопова, И.Г. Воробьева, А.А. Кириченко, В.В. Пискарев, Р.И. Трунов // *Вестник НГАУ*. – 2020. – № 4 (57). – С. 46–55. – DOI:10.31677/2072-6724-2020-57-4-46-55.
15. Genetic analysis of resistance to spot blotch disease in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Zambia / B. Tembo, J. Sibiyi, R. Melis, P. Tongoona // *Journal of Crop Improvement*. – 2017. – Vol. 31, N 5. – P. 712–726.
16. Eisa M., Chand R., Joshi A.K. Biochemical and histochemical traits: a promising way to screen resistance against spot blotch (*Bipolaris sorokiniana*) of wheat // *European Journal of Plant Pathology*. – 2013. – Vol. 137, N 4. – P. 805–820.
17. Взаимодействие консортов в агроценозах яровой пшеницы Западной Сибири / Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов, И.Г. Воробьева, В.Ю. Сухомлинов // *Достижения науки и техники АПК*. – 2020. – Т. 34, № 9. – С. 50–57. – DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10900.

18. *Development of Soil-Borne Infections in Spring Wheat and Barley as Influenced by Hydrothermal Stress in the Forest-Steppe Conditions of Western Siberia and the Urals* / E. Yu. Toropova, A.P. Glinushkin, M.P. Selyuk, O.A. Kazakova, A.V. Ovsyankina // *Russian Agricultural Sciences*. – 2018. – N 44(3). – P. 241–244.
19. *Фитосанитарная диагностика агроэкосистем: учебно-практическое пособие* / В.А. Чулкина, Е.Ю. Торопова, Г.Я. Стецов [и др.]; под ред. Е.Ю. Тороповой. – Барнаул, 2017. – 210 с.
20. *Лангольф Э.И., Чулкина В.А. Оценка устойчивости яровой пшеницы к обыкновенным корневым гнилям в Западной Сибири: методические рекомендации*. – Новосибирск, 1985. – 15 с.

REFERENCES

1. Chulкина V.A., *Biologicheskie osnovy epifitologii* (The biological basis of epiphytology), Monografiya. M.: VO Agropromizdat, 1991, 288 p.
2. Figueroa M., Hammond-Kosack K.E., Solomon P.S., A review of wheat diseases-a field perspective, *Molecular Plant Pathology*, 2018, Vol. 19, No. 6, pp. 1523-1536.
3. Toropova E.Yu., Vorob'ova I.G., Kirichenko A.A., Trunov R.I., Parasitic activity of plant pathogens at the underground organs of spring wheat in the West Siberia, *J. Phys.: Conf. Ser.* 1942 0120791942 (2021) 012079 IOP Publishing, DOI:10.1088/1742-6596/1942/1/012079.
4. Vorobyeva I.G., Toropova E.Yu., On the Issue of Ecological Niches of Plant Pathogens in Western Siberia, *Contemporary Problems of Ecology*, 2019, Vol. 12, No. 6, pp. 667–674.
5. Xu F., Yang G., Wang J., Song Y., Liu L., Zhao K., Li Y., Han Z., Spatial distribution of root and crown rot fungi associated with winter wheat in the north China plain and its relationship with climate variables, *Frontiers in Microbiology*, 2018, Vol. 9, No. 5, pp. 1054.
6. Sokolov M.S., Semenov A.M., Spiridonov Yu.Ya., Toropova E.Yu., Glinushkin A.P., Healthy Soil – Condition for Sustainability and Development of the Argo and Socio spheres (Problem-Analytical Review), *Biology Bulletin*, 2020, Vol. 47, No. 1, pp. 18–26.
7. Kiseleva M.I., Zhemchuzhina N.S., Dubovoi V.P., Lapina V.V., *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2016, T. 51, No. 1, pp. 119-127 (In Russ.).
8. Duveiller E.M., Sharma R.C., Genetic improvement and crop management strategies to minimize yield losses in warm non-traditional wheat growing areas due to spot blotch pathogen *Cochliobolus sativus*, *Journal of Phytopathology*, 2009, Vol. 157, No. 9, pp. 521-534.
9. Burlakoti R.R., Shrestha S.M., Sharma R.C., Effect of natural seed-borne inoculum of *Bipolaris sorokiniana* on the seedling emergence and vigour, and early establishment of foliar blight in spring wheat, *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 2014, Vol. 47, No. 7, pp. 812-820.
10. Toropova E.Yu., Glinushkin A.P., Insebaeva M.K., Stetsov G.Ya., The conidia *Bipolaris sorokiniana* Sacc. Shoem. distribution in the soil of Altai and Kazakhstan arid regions, *J. Phys.: Conf. Ser.*, 1942 (2021) 012078. 5p. IOP Publishing, DOI:10.1088/1742-6596/1942/1/012078.
11. Novakazi F., Ordon F., Afanasenko O., Lashina N., Platz G.J., Snowdon R., Loskutov I., Genome-wide association studies in a barley (*Hordeum vulgare*) diversity set reveal a limited number of loci for resistance to spot blotch (*Bipolaris sorokiniana*), *Plant Breeding*, 2020, Vol. 139, No. 3, pp. 521-535.
12. Toropova E.Yu., Sokolov M.S., *Agrokimiya*, 2018, No. 11, pp. 48-59 (In Russ.).
13. Toropova E.Yu., Piskarev V.V., Sukhomlinov V.Yu., *Agrokimiya*, 2019, No. 11, pp. 57-62 (In Russ.).
14. Toropova E.Yu., Vorobyeva I.G., Kirichenko A.A., Piskarev V.V., *Vestnik NGAU*, 2020, No. 4 (57), pp. 46-55, DOI:10.31677/2072-6724-2020-57-4-46-55 (In Russ.).
15. Tembo B., Sibiyi J., Melis R., Tongoona P., Genetic analysis of resistance to spot blotch disease in wheat (*Triticum aestivum* L.) in Zambia, *Journal of Crop Improvement*, 2017, Vol. 31, No. 5, pp. 712-726.
16. Eisa M., Chand R., Joshi A.K., Biochemical and histochemical traits: a promising way to screen resistance against spot blotch (*Bipolaris sorokiniana*) of wheat, *European Journal of Plant Pathology*, 2013, Vol. 137, No. 4, pp. 805-820.
17. Toropova E.Yu., Stetsov G.Ya., Vorobyova I.G., Sukhomlinov V.Yu., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2020, Vol. 34, No. 9, pp. 50-57 (In Russ.).

18. Toropova E.Yu., Glinushkin A.P., Selyuk M.P., Kazakova O.A., Ovsyankina A.V., Development of Soil-Borne Infections in Spring Wheat and Barley as Influenced by Hydrothermal Stress in the Forest-Steppe Conditions of Western Siberia and the Urals, *Russian Agricultural Sciences*, 2018, No. 44(3), pp. 241-244.
19. Chulkina V.A., Toropova E.Yu., Stetsov G.Ya., *Fitosanitarnaya diagnostika agroekosistem* (Phytosanitary diagnostics of agroecosystems), Barnaul, 2017, 210 p.
20. Langol'f E.I., Chulkina V.A., *Otsenka ustoichivosti yarovoi pshenitsy k obyknovennym kornevym gnilyam v Zapadnoi Sibiri* (Assessment of resistance of spring wheat to common root rot in Western Siberia), Novosibirsk, 1985, 15 p.

УЛУЧШЕНИЕ ДЕГРАДИРОВАННЫХ СЕНОКОСОВ ЛЕСОСТЕПИ ПРИОБЬЯ

А.Г. Тюрюков, кандидат сельскохозяйственных наук
К.В. Филиппов, младший научный сотрудник

Сибирский федеральный научный центр агро-
биотехнологий

Ключевые слова: многолетние бобовые травы, деградированный сенокос, урожайность, ботанический состав, травостой, продуктивность, кормовая единица, полосной подсев.

Российской академии наук, Новосибирск, Россия

E-mail: algt@inbox.ru

Реферат. Представлены результаты исследований за 2012–2016 гг. по улучшению деградированных сенокосов с посевом травосмеси многолетних бобовых трав при разных способах обработки дернины. Цель данной работы – определить наиболее эффективные приемы возделывания дернины деградированного сенокоса, способствующие повышению урожайности и качества полученного корма. Наибольшее содержание многолетних бобовых растений в травостое отмечено в варианте с коренным улучшением деградированного сенокоса (вспашка + дискование) – 88 %, в варианте с фрезерованием – 80, дискованием – 70 %. В варианте с коренным улучшением деградированного сенокоса (вспашка + дискование) получена наибольшая урожайность – 17,3 зеленой и 3,64 т/га – сухой массы, что превышает урожайность в контрольном варианте в 3,6 раза. При проведении коренного улучшения деградированного сенокоса выход кормовых единиц составил 1740, количество переваримого протеина на 1 к. ед. – 140 г. Данные показатели при проведении дискования дернины составили 1550 и 135 г соответственно. При проведении полосного подсева многолетних бобовых трав (клевер луговой + люцерна) выделен вариант с шириной обработанной полосы 60 см. Выход кормовых единиц составил 1610, количество переваримого протеина на 1 к. ед. – 120 г. В контрольном варианте выход кормовых единиц составил 380, количество переваримого протеина на 1 к. ед. – 85 г. Полосной подсев многолетних бобовых трав оказался наиболее экономически эффективным приемом улучшения деградированных сенокосов в лесостепи Приобья. Чистый доход в вариантах с полосным подсевом многолетних бобовых трав составил 3751–4278 руб/га, уровень рентабельности – 71–87 %. В варианте с коренным улучшением деградированного сенокоса (вспашка + дискование) данные показатели ниже – 3959 руб/га и 57 % соответственно.

IMPROVEMENT OF DEGRADED HAYFIELDS IN THE FOREST-STEPPE OF THE PRIOBYE REGION.

A.G. Tiuriukov, PhD in Agricultural Sciences

K.V. Filippov, Junior Researcher

Siberian Federal Research Centre for Agrobiotechnology of the
Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russia

Keywords: perennial leguminous grasses, degraded hayfield, yield, botanical composition, herbage, productivity, fodder unit, strip-seeding

Abstract. *The authors presented the results of research in 2012-2016 on the improvement of degraded hayfields with the sowing of perennial legume grass mixture at different methods of turf cultivation. The work aims to determine the most effective methods of cultivation of the turf of degraded hayfields, contributing to higher yields and quality of the resulting fodder. The highest content of perennial legumes in the herbage was noted in the variant with radical improvement of degraded hayfield (ploughing + discing) - 88 %, in the variant with milling - 80, discing - 70 %. The variant with radical improvement of the degraded hayfield (ploughing + discing) obtained the highest yield - 17.3 green and 3.64 t/ha - dry mass, which exceeds the yield of the control variant by 3.6 times. When carrying out radical improvement of degraded hayfields yield of fodder units was 1740, the number of digestible proteins per 1 fodder unit 140 g. These indicators during turf disking were 1550 fodder unit and 135 g, respectively. During strip seeding of perennial leguminous grasses (meadow clover + alfalfa) the variant with a width of the cultivated strip of 60 cm was selected. The yield of fodder units was 1610, the amount of digestible protein per 1 fodder unit - 120 g. In the control variant the yield of fodder units was 380, the amount of digestible protein per 1 fodder unit - 85 g. Strip-seeding of perennial leguminous grasses was the most cost-effective method of improving degraded hayfields in the Priobye forest-steppe. Net income in variants with strip-seeding of perennial leguminous grasses was 3751-4278 rubles/ha, profitability level - 71-87%. In the variant with radical improvement of the degraded hayfield (ploughing + discing) these indicators are lower - 3959 rubles/ha and 57 % accordingly.*

В настоящее время одна из первостепенных задач в луговодстве – это восстановление продуктивности низкоурожайных сенокосов, содержащих изреженные травостой. На данных угодьях отсутствует надлежащий уход, поэтому естественные луга и старовозрастные сенокосы засоряются растениями, плохо поедаемыми сельскохозяйственными животными. Поэтому наблюдается выпадение ценных кормовых трав, замена их малоценными растениями, что приводит к снижению продуктивности и продуктивного долголетия травостоя [1–3].

На территории Западной Сибири имеется более 3 млн га естественных кормовых угодий, способных обеспечить получение до 4 млн т сена. Поэтому рациональное их использование актуально и имеет практическую необходимость. В луговом кормопроизвод-

стве наиболее перспективным направлением решения данной проблемы является разработка энергосберегающих технологий улучшения деградированных сенокосов. Улучшение данных кормовых угодий возможно путем поверхностного улучшения, при этом урожай сена увеличивается в 2–3 раза, при коренном улучшении – в 4–5 раз. Данные приемы улучшения деградированных сенокосов требуют больших финансовых затрат.

Полосной подсев многолетних бобовых трав улучшает ботанический состав фитоценозов этих угодий, способствует повышению урожайности травостоя, обогащению растений азотом благодаря клубеньковым бактериям, при этом происходит уменьшение затрат на 30–50 % при внесении минеральных и органических удобрений [4–7].

Цель данной работы – определить наиболее эффективные приемы возделывания дернины деградированного разнотравно-злакового сенокоса, способствующие повышению урожайности и качества полученного корма.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены в 2012–2016 гг. в северной лесостепи Западной Сибири (Новосибирская область, Черепановский район, поселок Посевная) на полях стационара Сибирского научно-исследовательского института кормов.

Климат территории резко-континентальный, для которого характерны большие ежегодные и ежесуточные изменения температуры воздуха. Сумма выпавших осадков за год составляет 350–400 мм. Гидротермический коэффициент равен 1,0–1,2. Сумма положительных температур (+10 °С) за период вегетации растений составляет 1850 °С. Безморозный период – в пределах 120–125 дней.

Климатические условия вегетационных периодов за время проведения исследований характеризовались разнообразием. Наиболее острозасушливым был вегетационный период 2012 г.

Почва опытного участка стационара – чернозем выщелоченный среднесуглинистый. Содержание гумуса в почве составляет 2,0–4,0 %, общего азота – 0,10–0,20 %, аммиачного азота – 4,9–8,2 мг/кг почвы, обменного калия – 85–236, подвижного фосфора – 180–260 мг/кг почвы. Реакция почвенной вытяжки близка к нейтральной.

Закладку полевых опытов, учеты и наблюдения, отборы на агрохимический анализ растительных образцов, экономическую оценку приемов улучшения проводили согласно общепринятым методикам [8, 9]. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [10] с помощью пакета прикладных программ SNEDECOR V3 [11].

Расположение вариантов полевого опыта систематическое, повторение четырехкратное. Схема полевого опыта представлена в

табл. 1. Общая площадь делянок полевого опыта составила 60 м², учетная – 40 м².

Дернина деградированного разнотравно-злакового сенокоса обрабатывалась дисковой фрезой ФБН-1,5 в агрегате с трактором ДТ-75М на глубину 15–20 см. Обработка дернины проводилась как с полным набором ножей фрезы ФБН-1,5, так и с частично снятыми ножами.

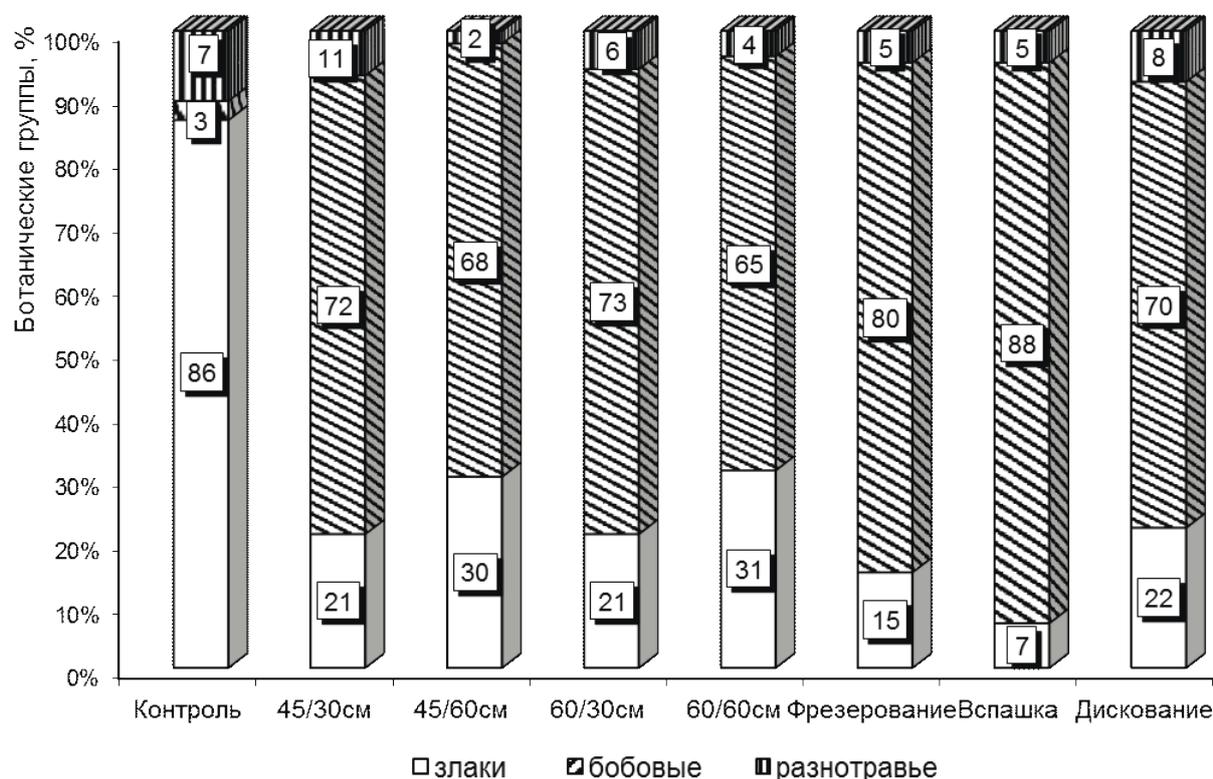
Дискование дернины деградированного сенокоса проводилось в два прохода дисковой бороной БДТ-3 в агрегате с трактором ДТ-75М на глубину 20–25 см. В варианте с коренным улучшением деградированного сенокоса осуществлялась вспашка дернины с последующим дискованием и боронованием. Посев проводился ручной сеялкой СР-1 17 мая на глубину 1,5–2,0 см. Ширина междурядий составила 15 см, расстояние от края обработанной полосы – 7,5 см. Высевались люцерна пестрогибридная (*Medicago varia* Mart.) Сибирская 8 и клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) СибНИИК-10 в соотношении 1 : 1. На обработанных полосах дернины деградированного сенокоса шириной 45 см проведено три прохода сеялки, при 60 см – четыре. Норма высева семян травосмеси многолетних бобовых трав в вариантах с обработками составила 15 кг/га, при проведении полосного подсева – 6,3; 7,5; 9,0; 9,9 кг/га в зависимости от варианта полевого опыта, что меньше на 58, 50, 40, 39 % соответственно, чем при сплошном рядовом посеве. Проводилось прикатывание почвы кольчато-шпоровыми катками ЗККШ-6А в агрегате с трактором ДТ-75М до и после посева семян многолетних бобовых трав. За контрольный вариант принят деградированный разнотравно-злаковый сенокос.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ботанический состав травостоя деградированного разнотравно-злакового сенокоса – один из основных и динамичных показателей биологической ценности полученных кормов [12–18]. Проведение приемов улучшения травостоя деградированного сенокоса

способствует улучшению его ботанического состава. Наибольшее содержание многолетних бобовых растений отмечено в варианте с коренным улучшением – 88 %, фрезерованием в один проход – 80 и дискованием в два прохода – 70 %. Проведение полосной обработки дернины с различной шириной обработанных полос и подсевом многолетних бобовых трав в среднем за 5 лет жизни травостоя способствовало повышению содержания

многолетних бобовых растений до 65–73 %. Содержание многолетних злаковых растений в травостое составило 21–31, разнотравья – 2–11 %. В последующие годы жизни травостоя наблюдалось уменьшение содержания многолетних бобовых растений в травостое и соответственно увеличение – многолетних злаковых. В контрольном варианте в период проведения исследований ботанический состав практически не менялся (рисунок).



Влияние приемов улучшения деградированного сенокоса на его ботанический состав (среднее за 2012–2016 гг.)
The impact of improving degraded hayfields on their botanical composition (average 2012-2016)

Наибольшие значения показателей полевой всхожести (53,0 %), выживаемости всходов (92 %), зимостойкости (97 %), густоты стояния (284 шт/м²) и высоты растений 87 см отмечены в варианте с коренным улучшением (вспашка + дискование + посев многолетних бобовых трав), наименьшие значения полевой всхожести (38,3 %), выживаемости всходов (77 %), зимостойкости (88 %), густоты стояния растений (236 шт/м²) – в варианте с дискованием в два следа и посевом многолетних бобовых трав.

Ширина обрабатываемых полос дернины оказала влияние на развитие подсеваемых многолетних бобовых трав в первые годы жизни травостоя. Так, в варианте с шириной обработанной полосы 60 см и межполосным пространством 30 см отмечены наибольшие показатели полевой всхожести (52,3 %), выживаемости всходов (83 %), зимостойкости (92 %), густоты стояния (268 шт/м²) и высоты растений (84 см) (см. табл. 1).

Показатели многолетних бобовых растений (2012–2013 гг.)
Performance of perennial legumes (2012-2013)

Вариант	Полевая всхожесть, %	Выживаемость всходов, %	Зимостойкость, %	Густота стояния растений 01.07.2013, шт/м ²	Высота растений 01.07.2013, см
Контроль (деградированный сенокос)	-	-	-	84	96
Полосной подсев 45/30 см*	48,0	81	90	256	78
Полосной подсев 45/60 см	47,3	78	89	249	76
Полосной подсев 60/30 см	52,3	83	92	268	84
Полосной подсев 60/60 см	51,2	79	94	261	81
Фрезерование в 1 след + посев	47,1	84	95	260	83
Дискование в 2 следа + посев	38,3	77	88	236	79
Коренное улучшение (вспашка + дискование + посев)	53,0	92	97	284	87
НСР ₀₅	4,6	8,2	9,1	22,1	8,9

* В числителе – ширина обработанной полосы; в знаменателе – межполосного пространства, см.

* In the numerator is the width of the machined strip; in the denominator is the width of the interstrip space, cm.

Необходимо отметить, что в первые 2 года жизни травостоя из подсеянных многолетних бобовых трав доминировал клевер луговой СибНИИК 10. На третий и последующие годы жизни травостоя доминировала люцерна пестрогибридная Сибирская 8. Клевер луговой полностью выпал из травостоя на четвертый год жизни.

Наибольшая урожайность зеленой и сухой массы отмечена в варианте с коренным улучшением травостоя деградированного разнотравно-злакового сенокоса. В среднем за 5 лет жизни травостоя урожайность зеленой массы составила 17,3, сухой – 3,64 т/га. Показатели урожайности при коренном улучшении выше, чем в контроле, в 3,6 раза.

В вариантах с полосным подсевом наибольшая урожайность отмечена при ширине обработанной полосы 60 см и межполосном пространстве 30 см. Урожайность зеленой массы составила 13,8, сухой – 3,23 т/га, что выше показателей урожайности в контрольном варианте в 3,2 раза.

Наименьшая урожайность среди вариантов с полосной обработкой дернины деградированного разнотравно-злакового сенокоса получена при ширине обработанной полосы 45, необработанной – 60 см. Урожайность зеленой и сухой массы составила 10,6 и 2,88 т/га соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Влияние приемов обработки дернины деградированного сенокоса на его продуктивность (среднее за 2012–2016 гг.)

Influence of turf cultivation of degraded hayfields on their productivity (average 2012-2016)

Вариант	Урожайность массы, т/га		Кормовых единиц, тыс.	Содержание переваримого протеина, г/к. ед.
	зеленой	сухой		
Контроль (деградированный сенокос)	3,1	1,00	380	85
Полосной подсев 45/30 см*	11,9	3,04	1590	113
Полосной подсев 45/60 см	10,6	2,88	1360	115
Полосной подсев 60/30 см	13,8	3,23	1610	120
Полосной подсев 60/60 см	10,9	3,06	1310	117
Фрезерование в 1 след + посев	15,4	3,22	1700	139
Дискование в 2 следа + посев	15,3	3,20	1550	135
Коренное улучшение (вспашка + дискование + посев)	17,3	3,64	1740	140
НСР _{0,5}	2,1	0,5		

В варианте с коренным улучшением травостоя деградированного разнотравно-злакового сенокоса получено с 1 га 1740 к. ед. Обеспеченность 1 к. ед. переваримым протеином составила 140 г, что выше зоотехнической нормы. В варианте с фрезерованием в 1 след дернины деградированного сенокоса и посевом многолетних бобовых трав эти показатели составили 1700 и 139 г соответственно. Необходимо отметить, что содержание переваримого протеина на 1 к. ед. в вариантах с обработками дернины было выше зоотехнической нормы, в контрольном варианте величина этого показателя составила 85 г, что ниже зоотехнической нормы.

В вариантах с полосным подсевом многолетних бобовых трав лучшим по продуктивности оказался вариант с шириной обработанной полосы дернины 60 и межполосным пространством 30 см. Кормовых единиц с 1 га получено 1610. Содержание переваримого протеина на 1 к. ед. составило 120 г. В других вариантах с полосным подсевом многолетних

бобовых трав эти показатели ниже. В контрольном варианте они составили 380 и 85 г соответственно.

При улучшении деградированных сенокосов в лесостепной зоне Западной Сибири лучшие результаты по урожайности сухой массы, выходу кормовых единиц, содержанию переваримого протеина на 1 к. ед. получены в варианте с коренным улучшением травостоя деградированного разнотравно-злакового сенокоса. В этом варианте показатели продуктивности были выше, чем в контрольном, соответственно в 3,6; 4,6 и 2,2 раза.

Экономическая оценка приёмов обработки деградированного разнотравно-злакового сенокоса показала, что себестоимость продукции и уровень рентабельности зависит от цен на сырье, материалы, ресурсы, горюче-смазочные материалы, электроэнергию и др. Стоимость 1 ц сена составила 300 руб. При расчете экономической эффективности использовали цены 2020 г. (табл. 3).

Экономическая оценка приёмов обработки дернины деградированного сенокоса (в ценах 2020 г.)
 Economic evaluation of turf treatment of degraded hayfields (at 2020 prices)

Вариант	Совокупные затраты, руб/га	Стоимость валовой продукции, руб/га	Чистый доход, руб/га	Рентабельность, %
Контроль (деградированный сенокос)	1929	3000	1071	56
Полосной подсев 45/30 см	5160	9120	3960	77
Полосной подсев 45/60 см	4889	8640	3751	77
Полосной подсев 60/30 см	5674	9690	4016	71
Полосной подсев 60/60 см	4902	9180	4278	87
Фрезерование в 1 след + посев	6726	9660	2934	44
Дискование в 2 следа + посев	6400	9600	3200	50
Коренное улучшение (вспашка + дискование + посев)	6961	10920	3959	57

В нашем опыте варианты с полосной обработкой дернины деградированного разнотравно-злакового сенокоса с подсевом травосмеси многолетних бобовых трав оказались экономически эффективными приемами его улучшения в лесостепной зоне Западной Сибири. Наиболее экономически выгодным вариантом с приемами улучшения деградированного разнотравно-злакового сенокоса оказался вариант с полосной обработкой дернины шириной 60 см и межполосным пространством 60 см с подсевом травосмеси многолетних бобовых трав. Совокупные затраты в этом варианте составили 4902 руб/га по сравнению с 6961 руб/га в варианте с коренным улучшением. Чистый доход достигает 4278 руб/га, рентабельность – 87 %. В варианте с коренным улучшением деградированного разнотравно-злакового сенокоса экономические показатели несколько ниже, чем в вариантах с полосной обработкой дернины деградированного разнотравно-злакового сенокоса. В этом варианте чистый доход составил 3959 руб/га, уровень рентабельности – 57 %.

ВЫВОДЫ

1. При улучшении деградированного разнотравно-злакового сенокоса полосной обработкой дернины и подсевом травосмеси многолетних бобовых трав количество многолетних бобовых растений в травостое составляет 65–73 %, злаковых – 15–31, разнотравья – 2–11 %.

2. В условиях лесостепи Западной Сибири из изучаемых приемов обработки дернины деградированного разнотравно-злакового сенокоса наибольшая урожайность (17,3 зеленой и 3,64 т/га сухой массы) формируется при коренном улучшении. В этом варианте обеспеченность переваримым протеином 1 к. ед. составила 140 г.

3. Наиболее экономически выгодным среди вариантов опыта с приемами улучшения деградированного разнотравно-злакового сенокоса оказался вариант с полосной обработкой дернины шириной 60 см и межполосным пространством 60 см с подсевом травосмеси многолетних бобовых трав. В этом варианте совокупные затраты составили 4902 руб/га против 6961 руб/га при коренном улучшении.

Чистый доход достигает 4278 руб/га, рентабельность – 87 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Лазарев Н.Н., Тюлин В.А. Создание и использование сеяных сенокосов и пастбищ: монография. – М.: РГАУ–МСХА, 2019. – 184 с.
2. Петрук В.А. Урожайность многолетних трав и травосмесей при разных сроках посева в Западной Сибири // Вестник НГАУ. – 2020. – № 1. – С. 24–32. – DOI:10.31677/2072-6724-2020-54-1-24-32.
3. Степанов А.Ф. Создание и использование многолетних травостоев. – Омск: ФГОУ ВПО ОмГАУ, 2006. – 312 с.
4. Кашеваров Н.И., Мустафин А.М. Луговое кормопроизводство в Сибири. – Новосибирск, 2014. – 208 с.
5. Тюрюков А.Г. Приемы улучшения пойменных лугов Приобья // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 2. – С. 63–68.
6. Тюрюков А.Г., Филиппов К.В. Приемы улучшения старовозрастных залежей лесостепной зоны Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 6. – С. 5–10.
7. Филиппов К.В., Мустафин А.М., Тюрюков А.Г. Приёмы улучшения деградированных сенокосов в лесостепи Западной Сибири // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 6. – С. 51–57.
8. Методика опытов на сенокосах и пастбищах. – М.: ВНИИ кормов, 1971. – Ч. 1. – 174 с.
9. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М., 1987. – 196 с.
10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 416 с.
11. Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере. – Краснообск: РПО СО РАСХН, 2004. – 162 с.
12. Банданова А.В., Бутуханов А.Б. Изменение величины и качества урожая костреца безостого по фазам развития // Вестник Красноярского ГАУ. – 2019. – № 9 (150). – С. 19–26.
13. Лазарев Н.Н., Тюлин В.А. Луговые экосистемы: монография. – М.: РГАУ–МСХА, 2020. – 152 с.
14. Cooke G.W. Fertilizing for maximum yield. – London: Granada Publishing, 1984. – 540 p.
15. Laidlaw A.S., Teuber N. Temperate forage grass-legume mixtures: Advances and perspectives. // Proceedings XIX International Grassland Congress. – Sao Paulo, Brazil. – 2001. – P. 85–92.
16. Lazarev N.N., Kurenkova E.M., Tyulin V.A. Productive longevity of various cultivars of alfalfa (*Medicago sativa* L.) In the conditions of the Central Nonchernozem zone of the Russian Federation // Ecology, Environment and Conservation. – 2019. – T. 25, N 4. – P. 1602–1606.
17. Lazarev N.N., Kukharenskova O.V., Kurenkova E.M. The resistance of white clover (*Trifolium repens* L.) In grass mixtures with grasses in threecut cultivation // Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology. – 2021. – T. 22, N 27–28. – P. 1–8.
18. Potential of legumebased grassland-livestock systems in Europe: A review / A. Lüscher, I. Mueller-Harvey, J.F. Soussana, R.M. Rees, J.L. Peyraud // Grass and Forage Science. – 2014. – N 69 – P. 206–228.

REFERENCES

1. Lazarev N.N., Tyulin V.A., *Sozдание i ispol'zovanie seyanykh senokosov i pastbishch* (Creation and use of seeded hayfields and pastures), Moscow: RGAU–MSKhA, 2019, 184 p.
2. Petruk V.A., *Vestnik NGAU*, 2020, No. 1, pp. 24–32, DOI:10.31677/2072-6724-2020-54-1-24-32. (In Russ.)
3. Stepanov A.F., *Sozдание i ispol'zovanie mnogoletnikh travostoev* (Creation and use of perennial herbage), Omsk: FGOU VPO OmGAU, 2006, 312 p.
4. Kashevarov N.I., Mustafin A.M., *Lugovoe kormoproizvodstvo v Sibiri* (Meadow fodder production in Siberia), Novosibirsk, 2014, 208 p.
5. Tyuryukov A.G., *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2015, No. 2, pp. 63–68. (In Russ.)

6. Tyuryukov A.G., Filippov K.V., *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2017, No. 6, pp. 5–10. (In Russ.)
7. Filippov K.V., Mustafin A.M., Tyuryukov A.G., *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki*, 2017, No. 6, pp. 51–57. (In Russ.)
8. *Metodika opytov na senokosakh i pastbishchakh* (Methods of experiments on hayfields and pastures), Moscow: VNIИ kormov, 1971, part 1, 174 p.
9. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami* (Methodology for conducting field experiments with fodder crops), Moscow, 1987, 196 p.
10. Dospikhov B.A., *Metodika polevogo opyta* (Methodology of field experience), Moscow: Agropromizdat, 1985, 416 p.
11. Sorokin O.D., *Prikladnaya statistika na komp'yutere* (Applied statistics on the computer), Krasnoobsk: RPO SO RASKhN, 2004, 162 p.
12. Bandanova A.V., Butukhanov A.B., *Vestnik Krasnoyarskogo GAU*, 2019, No. 9 (150), pp. 19–26. (In Russ.)
13. Lazarev N.N., Tyulin V.A., *Lugovye ekosistemy*. (Meadow ecosystems), Moscow: RGAU–MSKhA, 2020, 152 p.
14. Cooke G.W., *Fertilizing for maximum yield*, London: Granada Publishing, 1984, 540 p.
15. Laidlaw A.S., Teuber N., Temperate forage grass-legume mixtures: Advances and perspectives, *Proceedings XIX International Grassland Congress*, Sao Paulo, Brazil, 2001, pp. 85–92.
16. Lazarev N.N., Kurenkova E.M., Tyulin V.A., Productive longevity of various cultivars of alfalfa (*Medicago sativa* L.) In the conditions of the Central Nonchernozem zone of the Russian Federation, *Ecology, Environment and Conservation*, 2019, T. 25, No. 4, pp. 1602–1606.
17. Lazarev N.N., Kukharekova O.V., Kurenkova E.M., The resistance of white clover (*Trifolium repens* L.) In grass mixtures with grasses in threecut cultivation, *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 2021, T. 22, No. 27–28, pp. 1–8.
18. Lüscher A., Mueller-Harvey I., Soussana J.F., Rees R.M., Peyraud J.L., Potential of legumebased grassland-livestock systems in Europe: A review, *Grass and Forage Science*, 2014, No. 69, pp. 206–228.

ВЕТЕРИНАРИЯ и ЗООТЕХНИЯ

УДК 636.5:633.525.2

DOI:10.31677/2072-6724-2022-62-1-97-109

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСТРАКТА КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

¹О.А. Багно, кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

²С.А. Шевченко, доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

^{2,3}А.И. Шевченко, доктор биологических наук, профессор

¹О.Н. Прохоров, кандидат сельскохозяйственных наук

¹А.С. Березина

Ключевые экстракт, крапива двудомная, цыплята-бройлеры, интенсивность роста, затраты корма, сохранность, качество тушек, химический состав мяса

¹Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия, Кемерово, Россия

²Горно-Алтайский государственный университет, Горно-Алтайск, Россия

³Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий, Майма, Россия

E-mail: oaglazunova@mail.ru

*Реферат. В настоящее время специалисты АПК испытывают большой интерес к кормовым добавкам для птицеводства, способным стать альтернативой антибиотикам. Лекарственные растения являются источником широкого спектра биологически активных соединений, обладающих, в том числе, антимикробными эффектами. Для получения более полной картины потенциального использования различных форм лекарственных растений, в частности их экстрактов, в птицеводстве, необходимо проводить всестороннюю оценку эффективности их использования в производственных условиях. Мы изучили влияние скармливания различных доз водно-этанольного экстракта крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) на показатели роста, качества тушек, сохранность и химический состав мяса цыплят-бройлеров кросса ISA F15 с суточного до 40-дневного возраста. Эксперимент проводили в условиях промышленной птицефабрики Кузбасса, где по методу аналогичных групп были подобраны контрольная и пять опытных групп суточных цыплят по 35 голов. В течение всего опыта цыплятам контрольной группы скармливали полнорационные комбикорма согласно фазам выращивания, а птице опытных групп – дополнительно экстракт крапивы двудомной в различных дозах. Скармливание цыплятам-бройлерам экстракта крапивы двудомной в дозах 5, 10, 15 и 20 мг/кг массы тела способствовало повышению интенсивности их роста на 0,4–1,4% и снижению конверсии корма на 0,6–2,3%. Высокая сохранность отмечена в группах, которые получали экстракт в дозах 5, 10, 20 мг/кг массы тела. При введении экстракта крапивы двудомной в полнорационные комбикорма для цыплят-бройлеров установлены тенденции к повышению убойного выхода тушек на 0,3–0,75% во 2, 3, и 4-й опытных группах и калорийности мяса птицы на 0,8–6,6% во всех опытных группах. По результатам оценки индекса эффективности производства мяса птицы предлагаем при выращивании цыплят-бройлеров в целях повышения уровня рентабельности включать в состав полнорационного комбикорма экстракт крапивы двудомной в дозе 10 мг/кг массы тела.*

EFFECTIVENESS OF USING OF NETTLE EXTRACT IN RAISING BROILER CHICKENS.

¹O.A. Bagno, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

²S.A. Schevchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

^{2,3}A.I. Schevchenko, Doctor of Biological Sciences, Professor

¹O.N. Prokhorov, PhD in Agricultural Sciences

¹A.S. Berezina

¹Kuzbass State Agricultural Academy, Kemerovo, Russia

²Gorno-Altai State University, Gorno-Altai, Russia

³Federal Altai Scientific Centre for Agrobiotechnology, Maima, Russia

Keywords: extract, nettle, broiler chickens, growth rate, feed consumption, preservation, carcass quality, chemical composition of meat

Abstract. *Currently, agricultural specialists have a great interest in poultry feed additives that can become an alternative to antibiotics. Medicinal plants are a source of a wide range of biologically active compounds that have, among others, antimicrobial effects. The authors believe that a comprehensive evaluation of the efficacy of their use under production conditions should be carried out. This evaluation is necessary to obtain a fuller picture of the potential use of various forms of medicinal plants, in particular their extracts, in poultry production. The authors studied the effect of feeding different doses of water-ethanol extract of nettle (*Urtica dioica* L.) on growth, carcass quality, safety and chemical composition of meat of broiler chickens of ISA F15 cross from one day old to 40 days old. The experiment was conducted in an industrial poultry farm of Kuzbass, where a control group and five experimental groups of 35-day-old chickens were selected by the method of similar groups. Throughout the experiment, the chickens of the control group were fed complete feed according to the phases of rearing, and the birds of the experimental groups were fed additional nettle extract in different doses. Feeding broiler chickens with nettle extract at the doses of 5, 10, 15 and 20 mg/kg body weight increased the intensity of their growth by 0,4-1,4% and reduced feed conversion by 0,6-2,3%. High survival was noted in the groups which received the extract at doses of 5, 10, 20 mg/kg body weight. When nettle extract is added to complete feed for broiler chickens, the tendency to increase the carcass slaughter yield by 0,3-0,75% in groups 2, 3, and 4 of experimental and the caloric content of poultry meat by 0,8-6,6% in all experimental groups is established. Based on the results of the poultry meat production efficiency index evaluation, the authors suggest including nettle extract at a dose of 10 mg/kg body weight in the composition of complete feed when raising broiler chickens in order to increase the level of profitability.*

Одним из путей повышения продуктивных качеств сельскохозяйственной птицы и качества получаемой от нее продукции является ограничение использования кормовых антибиотиков, применение кормовых добавок, произведенных из сырья натурального происхождения, как источника биологически активных соединений. Для достижения этих целей в настоящее время все шире стали использовать потенциал лекарственных растений в различных формах, в том числе их экс-

тракты. Перспективным объектом в области применения кормовых средств природного происхождения является крапива двудомная (*Urtica dioica* L.).

Исследования химического состава крапивы двудомной показали, что растение содержит значительное количество биологически активных соединений, которые могут обуславливать положительные эффекты от ее применения в кормлении сельскохозяйственной птицы. Листья крапивы содержат

терпеноиды [1], каротиноиды [2], включая β -каротин, неоксантин, виолаксантин, лютеин и ликопин, жирные кислоты, особенно пальмитиновую, цис-9,12-линолевую и α -линоленовую кислоты, различные полифенольные соединения [3–5], незаменимые аминокислоты, хлорофилл, витамины, дубильные вещества, углеводы, стерины, полисахариды, изолектины [2] и минералы [6], наиболее важным из которых является железо.

В исследованиях I. Augspole et al. [7] было показано, что крапива более богата отдельными полифенолами, чем другие дикорастущие растения. K.K. Ghaima [8] и его коллеги обнаружили, что содержание фенольных соединений в листьях крапивы было значительно выше, чем в листьях одуванчика. U.I. Vajic et al. [9] сообщали, что преобладающим фенольным соединением в листьях крапивы является рутин.

По данным S. Nasiri [10], крапива двудомная – единственное растение, содержащее холинацетилтрансферазу, синтезирующую ацетилхолин.

Крапива двудомная содержит различные соединения с антиоксидантным действием, включая терпеноидный фенол, флавоноиды, альфа-токоферол и аскорбиновую кислоту [11]. Основными терпеноидами, содержащимися в крапиве, являются карвакрол и карвон, обладающие антиоксидантным, стимулирующим рост, антибактериальным и противовирусным действием [12]. Терпеноиды и фенольные соединения в крапиве двудомной подавляют окислительный стресс с помощью различных механизмов, таких как ингибирование перекисного окисления липидов, активация антиоксидантных ферментов, хелатирование металлов и повышение уровня мочевой кислоты [13].

Установлено, что биологически активные соединения крапивы двудомной могут проявлять более сильную антибактериальную активность, чем синтетические антимикробные препараты. В исследовании A. Modarresi-

Chahardehi et al. [14] рассматривалась антимикробная активность 9 экстрактов *U. dioica*, полученных двумя методами с использованием различных органических растворителей. Результаты показали, что 4 вида экстрактов подавляли рост граммотрицательных и более 5 видов экстрактов – грамположительных бактерий. Наивысшую антимикробную активность проявляли этилацетатные экстракты крапивы.

В ходе проведенных российскими и зарубежными учеными исследований [15, 16] установлено, что применение крапивы двудомной в кормлении сельскохозяйственных животных и птицы оказывает положительное влияние на их мясную продуктивность, резистентность, состояние микробиоты желудочно-кишечного тракта.

Цель исследования – определение эффективности использования различных доз экстракта крапивы двудомной при выращивании цыплят-бройлеров.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для реализации поставленной цели проведен научно-хозяйственный опыт в условиях бройлерной птицефабрики Кузбасса на цыплятах-бройлерах кросса ISA F15.

По методу аналогичных групп с учетом «Методики проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы» [17] сформированы одна контрольная и пять опытных групп цыплят-бройлеров суточного возраста по 35 голов в каждой. Контрольным цыплятам скормливали полнорационный комбикорм, опытным бройлерам, дополнительно к комбикорму, экстракт, полученный из лекарственного растения крапива двудомная, в различных дозах, согласно схеме опыта (табл. 1).

Схема научно-хозяйственного опыта на цыплятах-бройлерах (n=35)
Schematic of a research experiment on broiler chickens (n=35)

Группа	Характеристика рациона
Контрольная	Полнорационный комбикорм (ПК) по фазам выращивания
1-я опытная	ПК + экстракт крапивы двудомной в дозе 5 мг/кг массы тела
2-я опытная	ПК + экстракт крапивы двудомной в дозе 10 мг/кг массы тела
3-я опытная	ПК + экстракт крапивы двудомной в дозе 15 мг/кг массы тела
4-я опытная	ПК + экстракт крапивы двудомной в дозе 20 мг/кг массы тела
5-я опытная	ПК + экстракт крапивы двудомной в дозе 25 мг/кг массы тела

Экстракт крапивы получен методом водно-этанольной экстракции и содержит: флавоноиды (в пересчете на кверцетин) – 4,26%, аскорбиновую кислоту – 2,53, кофейную кислоту – 1,17, феруловую кислоту – 0,25, каротиноиды – 0,12, кумарины (в пересчете на скополетин) – 0,005%. Количество биологически активных соединений соответствует требованиям нормативных документов [18].

Дозы введения экстракта в состав полнорационного комбикорма для цыплят-бройлеров рассчитывали по основным биологически активным соединениям в соответствии с рекомендациями В.А. Тутельяна, Б.П. Суханова [19].

Продолжительность эксперимента – 40 дней. Экстракт крапивы двудомной включали в полнорационные комбикорма различных фаз выращивания цыплят-бройлеров.

В ходе проведения исследований изучали динамику массы тела всего поголовья подопытных цыплят методом индивидуального взвешивания один раз в 7 дней. На основе полученных данных рассчитывали среднесуточный, абсолютный и относительный приросты массы тела по общепринятым методикам. Потребление корма птицей учитывали ежедневно и рассчитывали затраты корма на 1 кг прироста массы тела. Сохранность птицы выражали в процентах от начального поголовья за весь период в целом.

Для определения убойных качеств тушек подопытной птицы проводили анатомическую разделку 6 голов из каждой группы, руководствуясь общепринятой методикой [17]. При этом учитывали: предубойную массу, массу непотрошенной, потрошенной тушек, массу внутренних органов.

Химический анализ мяса проводили по общепринятым методикам: в средней пробе грудной и бедренной мышц бройлеров определяли содержание влаги (ГОСТ 33319-2015), белка (ГОСТ 25011-81), жира (ГОСТ 23042-2015), золы (ГОСТ 31727-2012).

Полученный цифровой материал обрабатывали стандартными статистическими методами с помощью программы IBM SPSS Statistics version 22. В приводимых ниже таблицах данные представлены в виде $M \pm SEM$, где M – среднее значения показателя, $\pm SEM$ – стандартная ошибка этого показателя. Достоверность различий между контрольной и каждой из опытных групп оценивали по t-критерию Стьюдента. Результаты при $P \leq 0,05$ считались достоверными.

Для оценки эффективности мясного производства использовали экспресс-метод расчета европейского индекса эффективности (ЕИЭ):

$$EIE = \frac{Жм \times Сп \times 100}{Пв \times Зк}$$

где ЕИЭ – европейский индекс эффективности; Жм – средняя живая масса, кг; Сп – сохранность поголовья, %; Пв – продолжительность выращивания, дней; Зк – затраты корма на 1 кг прироста, кг.

Экономическую эффективность определяли по индексу эффективности производства мяса (ИЭМ) [20]:

$$IEM = \frac{М \times Цм}{Ск \times 100 : Дк} \times 100,$$

где ИЭМ – индекс эффективности производства мяса; М – валовой выход мяса в убойной массе, кг; Цм – средняя цена реализации 1 кг мяса, руб.; Ск – общая стоимость корма, руб.; Дк – доля кормов в себестоимости мяса (в убойной массе), %.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При применении экстракта крапивы двудомной в дозах 5, 10, 15, 20 мг/кг массы тела в кормлении цыплят-бройлеров во все возрастные периоды наблюдали увеличение массы тела птицы подопытных групп (рис. 1).

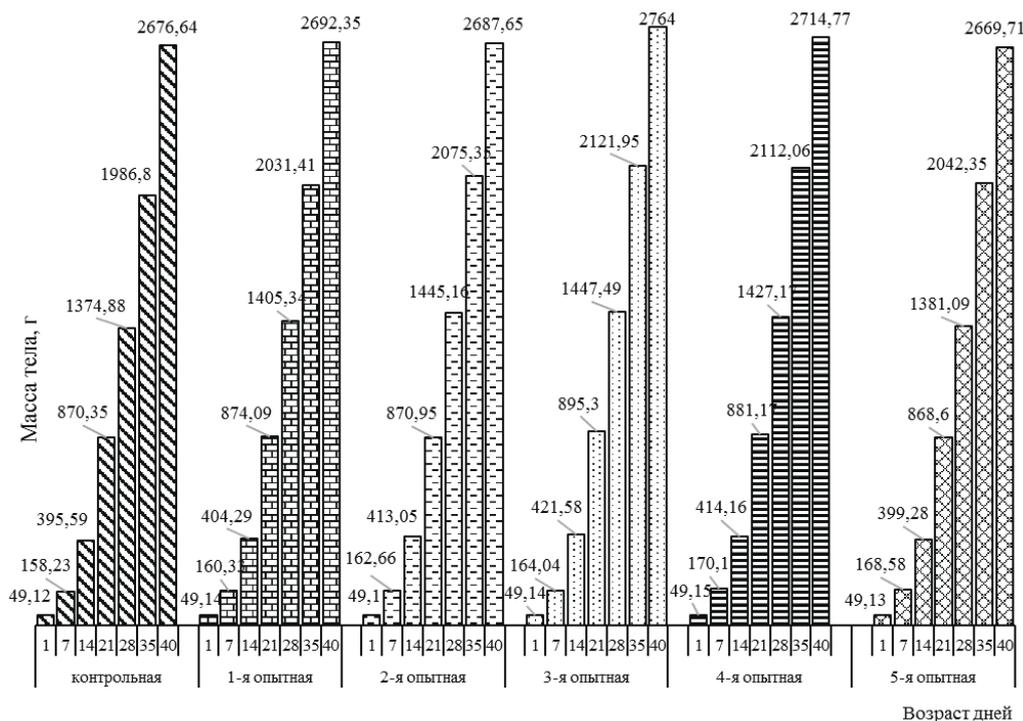


Рис. 1. Динамика массы тела цыплят-бройлеров при скармливании экстракта крапивы двудомной

Fig. 1. Body weight dynamics of broiler chickens fed nettle extract

Так, в возрасте 7 дней у бройлеров опытных групп отмечено повышение массы тела по сравнению с птицей контрольной группы на 1,3; 2,8; 3,7; 7,5 ($P<0,05$) и 6,5% ($P<0,05$) соответственно. В 14-дневном возрасте масса тела цыплят всех опытных групп была выше по сравнению с контрольными аналогами на 2,2; 4,4; 6,6 ($P<0,05$); 4,7 ($P<0,05$) и 0,9% соответственно. В 21-дневном возрасте масса тела цыплят 1, 2, 3 и 4-й опытных групп была выше по сравнению с контролем на 0,4;

0,1; 2,9 и 1,2% соответственно, а у бройлеров 5-й опытной группы – ниже на 0,2%. В 28- и 35-дневном возрасте масса тела цыплят всех опытных групп была выше на 2,2; 5,1; 5,3; 3,8 и 0,45% и 2,2; 4,5; 6,8; 6,3 и 2,8% соответственно по сравнению с контролем. В 40-дневном возрасте снижение массы тела по сравнению с контролем отмечено у цыплят 5-й опытной группы на 0,3%, повышение – у птицы 1, 2, 3 и 4-й опытных групп – на 0,6; 0,4; 3,3; 1,4% соответственно.

Таблица 2

Показатели роста цыплят-бройлеров при скармливании различных доз экстракта крапивы двудомной
Growth performance of broiler chickens fed different doses of nettle extract

Показатель	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Абсолютный прирост, г	2629,73±48,26	2645,38±30,33	2640,93±61,68	2717,01±48,41	2667,97±57,93	2622,74±57,33
Среднесуточный прирост, г	62,61±1,15	62,98±0,72	62,88±1,47	64,69±1,15	63,52±1,38	62,45±1,36
Относительный прирост, %	193,04±0,12	193,11±0,08	193,04±0,17	193,25±0,12	193,12±0,15	192,96±0,18

Установлена тенденция к увеличению абсолютного и среднесуточного приростов массы тела птицы 1, 2, 3 и 4-й опытных групп по сравнению с контрольной на 0,6; 0,4; 3,3 и 1,4% соответственно, снижение – в 5-й опытной группе на 0,3% (табл. 2).

Отмечена также тенденция к повышению относительного прироста массы тела цыплят-бройлеров 1, 3 и 4-й опытных групп, которым скармливали экстракт крапивы двудомной в дозах 5, 15 и 20 мг/кг массы тела, по сравнению с птицей контрольной группы на 0,07;

0,21 и 0,08% соответственно, а в 5-й опытной группе, при использовании экстракта крапивы двудомной в дозе 25 мг/кг массы тела, установлено снижение на 0,08%.

Учет потребления комбикормов подопытной птицей (табл. 3) показал, что бройлеры 1-й и 2-й опытных групп за период эксперимента на голову использовали на 2,0 и 1,3% меньше корма, а 3, 4 и 5-й опытных групп – на 1,3; 0,4 и 5,1% больше по сравнению с аналогами из контрольной группы.

Таблица 3

Затраты кормов и сохранность подопытных цыплят-бройлеров при скармливании различных доз экстракта крапивы двудомной
Feed consumption and survival of broiler chickens fed different doses of nettle extract

Показатель	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Расход корма за период опыта, кг	154,35	154,35	155,35	155,35	158,35	157,85
Расход корма на 1 голову, кг	4,50	4,41	4,44	4,56	4,52	4,73
Затраты корма на 1 кг прироста, кг	1,71	1,67	1,68	1,68	1,70	1,80
Сохранность, %	94,3	100	100	94,3	100	94,3

Включение экстракта крапивы двудомной в различных дозах в полнорационный комбикорм цыплят-бройлеров позволило снизить его затраты на производство единицы продукции. Снижение затрат кормов на 1 кг прироста отмечено в 1, 2, 3, 4-й опытных группах – на 2,3; 1,75; 1,75; 0,6% соответственно, повышение – в 5-й опытной группе на 5,3% по сравнению с контрольной.

Полученные данные согласуются с данными ряда авторов, изучавших влияние крапивы двудомной на показатели роста сельскохозяйственной птицы. В работе В. Векеле et al. [21], показано, что использование различных доз крапивы в рационах бройлеров в период выращивания оказывает существенное влияние на потребление корма, увеличение живой массы и конверсию корма.

В экспериментах, проведенных М. Kwiecień и А. Winiarska-Mieczan [22], добав-

ление 2% крапивы в рацион бройлеров привело к увеличению их массы тела.

Результаты исследований А. Safamehr et al. [23] по оценке влияния крапивы двудомной на показатели роста, иммунный ответ и биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса Ross-380 свидетельствуют, что введение в рацион порошка листьев крапивы двудомной на уровне 1–2% способствовало увеличению живой массы ($P < 0,05$).

Сохранность цыплят-бройлеров контрольной, 3-й и 5-й опытных групп находилась на одном уровне – 94,3%. Сохранность бройлеров 1, 2 и 4-й опытных групп составила 100% (табл. 3).

В исследованиях С.Д. Sandru с соавторами [24] установлено, что спиртовой экстракт *U. dioica* повышает у 38-дневных цыплят неспецифический иммунитет с увеличением количества лейкоцитов и стимуляцией

функциональной активности фагоцитов. Эти данные подтверждают эффективность биологического влияния спиртового экстракта крапивы на врожденный иммунитет, что приводит к повышению устойчивости организма

к болезням и улучшению поствакцинального иммунного ответа у птиц, снижая экономические потери.

Результаты анатомической разделки тушек цыплят-бройлеров приведены на рис. 2–4.

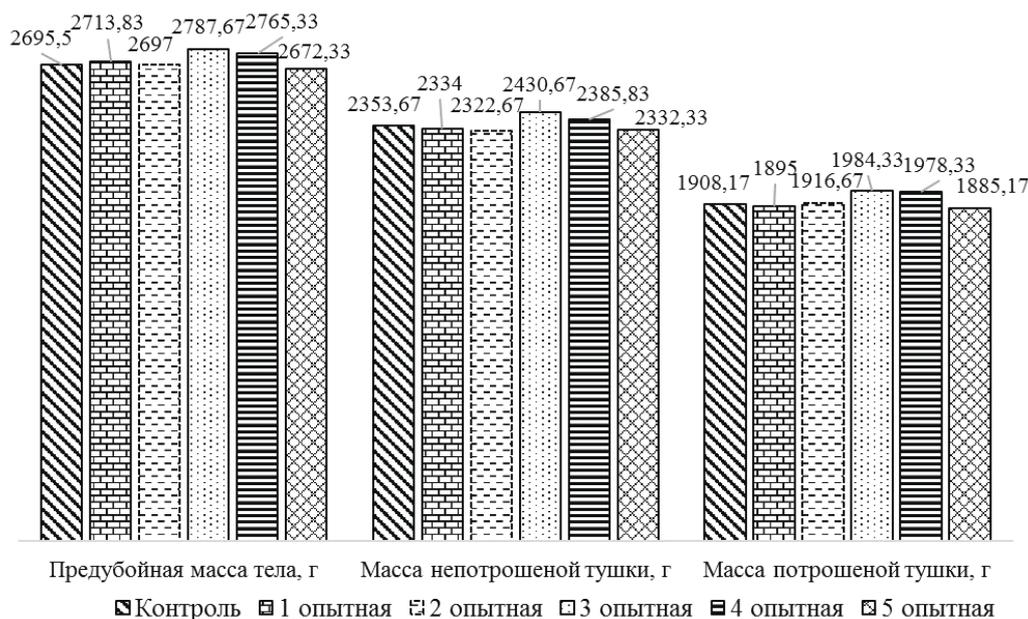


Рис. 2. Показатели качества тушек цыплят-бройлеров при скормлении экстракта крапивы двудомной

Fig. 2. Quality parameters of broiler chickens fed nettle extract

В результате проведенных исследований установлено, что масса непотрошенной и потрошенной тушек была выше в 3-й опытной группе на 3,3 и 4,0%, в 4-й – на 1,4 и 3,7%, ниже в 1-й опытной группе на 0,8 и 0,7%, в 5-й – на 0,9 и 1,2% соответственно по сравнению с контролем. Во 2-й опытной группе масса непотрошенной тушки была ниже по сравнению с контрольными аналогами на 1,3, потрошенной тушки – выше на 0,4%.

Убойный выход тушек цыплят-бройлеров 2, 3 и 4-й опытных групп превышал контроль

на 0,3; 0,4 и 0,75% и составил 71,07; 71,18 и 71,54%. В 1-й и 5-й опытных группах этот показатель был ниже контрольного (70,79%) на 1,0 и 0,25% соответственно (69,83 и 70,54%).

N.H. Mansoub [25] установлено, что карвакрол в крапиве оказывает стимулирующее действие на секрецию поджелудочной железы и за счет этого большее количество питательных веществ, таких как аминокислоты, может перевариваться и всасываться из пищеварительного тракта, тем самым улучшая характеристики тушки бройлеров.

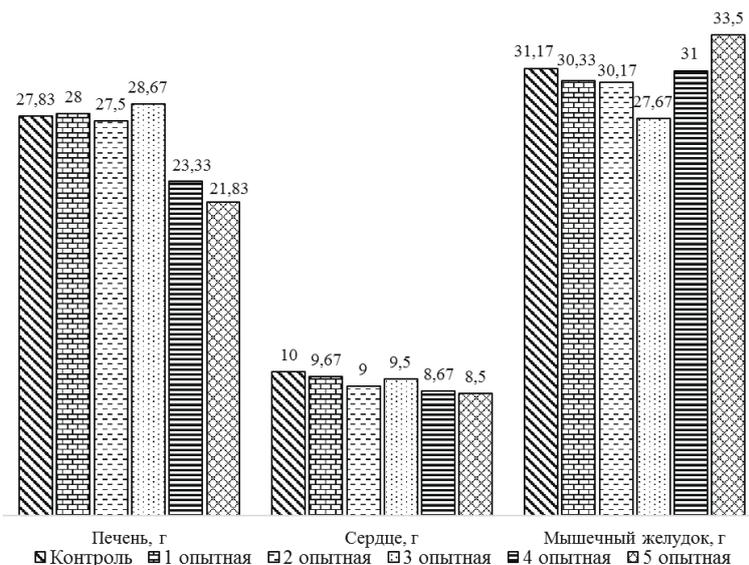


Рис. 3. Абсолютная масса внутренних органов цыплят-бройлеров при скормлинии экстракта крапивы двудомной

Fig. 3. Absolute weight of internal organs of broiler chickens fed nettle extract

При скормлинии бройлерам экстракта крапивы двудомной наблюдали снижение абсолютной массы сердца – на 3,3; 10,0; 5,0; 13,3 и 15,0% соответственно по сравнению с контролем.

Тенденция к снижению массы печени цыплят отмечена во 2, 4 и 5-й опытных группах – на 1,2; 16,2 и 21,6%, к увеличению – в 1-й и 3-й опытных группах – на 0,6 и 3,0% по сравнению с контролем.

Уменьшение массы мышечного желудка цыплят установлено в 1, 2, 3 и 4-й опытных группах – на 2,7; 3,2; 11,2 и 0,5% соответственно, увеличение – в 5-й опытной группе – на 7,5% по сравнению с контролем.

Установленная разница между контрольной и опытными группами по абсолютной массе печени статистически недостоверна.

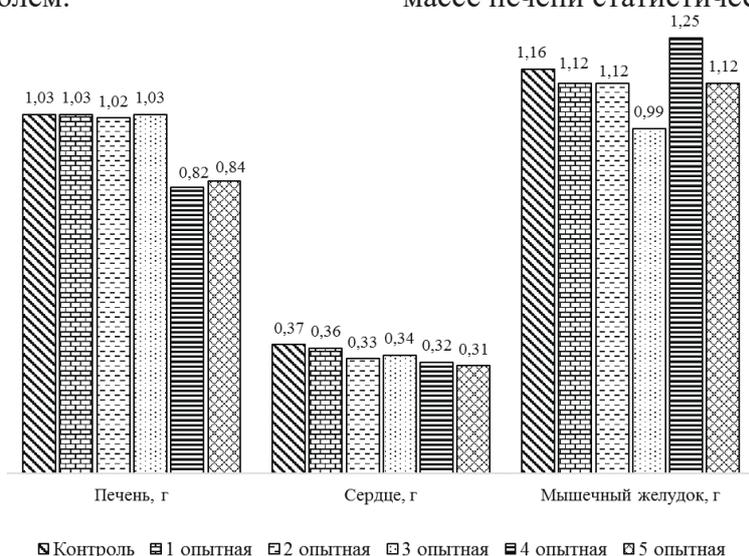


Рис. 4. Относительная масса внутренних органов цыплят-бройлеров при скормлинии экстракта крапивы двудомной

Fig. 4. Relative weight of internal organs of broiler chickens fed nettle extract

По относительной массе внутренних органов значительной разницы с контрольными аналогами при скормлинии цыплятам-

бройлерам различных доз экстракта крапивы двудомной не установлено. Исключение составили относительная масса печени, сни-

жение которой отмечено в 4-й и 5-й опытных группах – на 0,21 и 0,19%, и относительная масса мышечного желудка в 3-й опытной группе – на 0,17%. Для объяснения наблюдаемых изменений необходимо дополнительное изучение гистроструктуры внутренних органов.

Данные о химическом составе мышечной ткани цыплят-бройлеров представлены в табл. 4.

По результатам химического анализа мяса подопытных цыплят установлено снижение содержания влаги в образцах из 1, 3, 4 и 5-й

опытных групп – на 0,06; 0,44; 0,35 и 0,17% по сравнению с контролем.

Содержание белка в мышечной ткани цыплят-бройлеров 3, 4, 5-й опытных групп в сравнении с контрольными данными было выше на 0,18; 0,03; 0,05%, а 1-й и 2-й групп – ниже на 0,14; 0,58%. Отмечена тенденция к повышению содержания жира на 0,15; 0,24; 0,52; 0,72; 0,53% и снижению содержания золы на 0,04; 0,10; 0,11; 0,10; 0,03% в мясе цыплят опытных групп по сравнению с контрольными аналогами.

Таблица 4

Химический состав и калорийность мяса цыплят-бройлеров при скармливании экстракта крапивы двудомной, %

Chemical composition and caloric value of meat of broiler chickens fed with nettle extract, %

Показатель	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
Зола	1,25±0,02	1,21±0,03	1,15±0,04	1,14±0,05	1,22±0,08	1,15±0,08
Белок	23,00±0,22	22,86±0,21	22,42±0,30	23,18±0,27	23,05±0,16	23,03±0,19
Жир	0,88±0,11	1,03±0,06	1,12±0,10	1,40±0,20	1,41±0,19	1,60±0,15
Влага	75,78±0,20	75,72±0,22	75,80±0,39	75,34±0,31	75,61±0,23	75,43±0,24
Энергетическая ценность в 100 г						
ккал	102,47	103,29	102,32	108,04	107,60	109,29
кДж	429,04	432,47	428,41	452,36	450,52	457,56

Калорийность мяса цыплят-бройлеров 1, 3, 4, 5-й опытных групп была выше на 0,8; 5,4; 6,6 и 5,0% (103,29; 108,04; 109,29; 107,60 ккал/100 г), 2-й опытной группы – ниже на

0,1% (102,32 ккал/100 г) по сравнению с контролем (102,47 ккал/100 г).

Индексы эффективности производства мяса бройлеров представлены в табл. 5.

Таблица 5

Индексы эффективности производства мяса цыплят-бройлеров при скармливании экстракта крапивы двудомной

Indices of meat production efficiency of broiler chickens fed with nettle extract

Показатель	Группа					
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная	4-я опытная	5-я опытная
ЕИЭ, баллов	369,5	402,7	400,3	387,3	399,1	349,7
ИЭМ, %	105,9	111,0	111,9	108,4	111,1	101,7

Европейский индекс эффективности (ЕИЭ) выращивания цыплят-бройлеров, используемый в международной практике производства мяса птицы и характеризующий совокупность таких показателей, как масса

тела на конец выращивания, сохранность, продолжительность выращивания и затраты корма на единицу продукции, был выше в 1-й опытной группе на 33,2 балла, во 2-й – на 30,8, в 3-й – на 17,8, в 4-й – на 29,6 и ниже в

5-й опытной группе на 19,8 балла по сравнению с контролем.

Индекс эффективности производства мяса (ИЭМ) цыплят-бройлеров, разработанный российскими учеными и учитывающий показатели полного технологического цикла производства птицеводческой продукции, был выше по сравнению с контролем в 1-й опытной группе на 5,1%, во 2-й – на 6,0, в 3-й – на 2,5, в 4-й – на 5,2, а в 5-й опытной группе – ниже на 4,2%.

Расчет индексов эффективности производства показал, что в наших исследованиях использование экстракта крапивы двудомной в дозах 5, 10, 15, 20 мг/кг массы тела в кормлении цыплят-бройлеров способствовало повышению экономической эффективности производства мяса цыплят-бройлеров.

Результаты нашего эксперимента согласуются с данными D. Kregiel et al., [26], в исследованиях которых добавление крапивы в ежедневный рацион бройлеров привело к улучшению состояния здоровья и увеличению продуктивности птицы.

ВЫВОДЫ

1. При скармливании цыплятам-бройлерам экстракта крапивы двудомной в дозах 5, 10, 15 и 20 мг/кг массы тела установлены тен-

денции к повышению интенсивности роста птицы и конверсии корма.

2. Высокая сохранность цыплят-бройлеров отмечена в группах, которые получали экстракт в дозах 5, 10, 20 мг/кг массы тела.

3. При введении экстракта крапивы двудомной в полнорационные комбикорма для цыплят-бройлеров установлены тенденции к увеличению убойного выхода тушек на 0,3–0,75% во 2–4-й опытных группах и калорийности мяса птицы на 0,8–6,6% во всех опытных группах.

4. По результатам оценки индекса эффективности производства мяса птицы предлагаем при выращивании цыплят-бройлеров в целях повышения уровня рентабельности включать в состав полнорационного комбикорма экстракт крапивы двудомной в дозе 10 мг/кг массы тела. При скармливании цыплятам указанной дозы экстракта индекс эффективности производства мяса бройлеров повышается на 6,0%.

Статья подготовлена в рамках выполнения комплексного проекта по теме: «Разработка и внедрение новой серии высокоэффективных фитобиотических кормовых добавок на основе экстрактов лекарственных растений для перехода к высокопродуктивному и экологически чистому агрохозяйству», соглашение о предоставлении субсидии от 3 октября 2017 г. № 4.610.21.0016, уникальный идентификатор проекта RFMEF161017X0016.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Chemical composition and in vitro cytotoxic, genotoxic effects of essential oil from Urtica dioica L.* / S. Gül, B. Demirci, K.H.C. Baser [et al.] // *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.* – 2012. – Vol. 88. – P. 666–671.
2. *Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (Urtica dioica L.)* / Z.Z. Kukric, L.N. Topalic-Trivunovic, B.M. Kukavica [et al.] // *Acta Periodica Technologica.* – 2012. – Is. 43. – P. 257–272.
3. *Quantitative determination of plant phenolics in Urtica dioica extracts by high-performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometric detection* / D. Orcic, M. Franciškovic, K. Bekvalac, [et al.] // *Food Chemistry.* – 2014. – Vol. 143. – P. 48–53.
4. *Otles S., Yalcin B.* Phenolic compounds analysis of root, stalk, and leaves of nettle // *The Scientific World Journal.* – 2012. – Vol. 2012, Article ID 564367. – P. 12. – <https://doi.org/10.1100/2012/564367>.
5. *Mineral properties and dietary value of raw and processed stinging nettle (Urtica dioica L.)* / L.K. Rutto, Y. Xu, E. Ramirez, M. Brandt // *International Journal of Food Science.* – 2013. – Vol. 2013, Article ID 857120. – P. 9. – <https://doi.org/10.1155/2013/857120>.
6. *Kara D.* Evaluation of trace metal concentrations in some herbs and herbal teas by principal component analysis // *Food Chemistry.* – 2009. – Vol. 114. – P. 347–354.

7. *Phenolic Profile of Fresh and Frozen Nettle, Goutweed, Dandelion and Chickweed Leaves* / I. Augspole, M. Duma, B. Ozola, I. Cinkmanis // Proceedings of the 11th Baltic Conference on Food Science and Technology “Food Science and Technology in a Changing World”, Jelgava, Latvia, 27-28 April 2017. – 2017.
8. *Ghaima K.K., Hashim N.M., Ali S.A.* Antibacterial and antioxidant activities of ethyl acetate extract of nettle (*Urtica dioica*) and dandelion (*Taraxacum officinale*) // Journal of Pharmaceutical Sciences. – 2013. – Vol. 3. – P. 96–99.
9. *Optimization of extraction of stinging nettle leaf phenolic compounds using response surface methodology* / U.J. Vajic, J. Grujic-Milanovic, J. Živkovic, [et al.] // Industrial Crops and Products. – 2015. Vol. 74. – P. 912–917.
10. *Nasiri S., Nobakht A., Safamehr A.* The effect of different levels of nettle *Urtica dioica* L. (Urticaceae) medical plant in starter and grower feeds on performance, carcass traits, blood biochemical and immunity parameters of broilers // Iranian Journal of Applied Animal Sciences. – 2011. – Vol. 1. – P. 177–181.
11. *Antioxidant defense systems and oxidative stress in poultry biology: an update* / P.F. Surai, I.I. Kochish, V.I. Fisinin, M.T. Kidd // Antioxidants. – 2019. – Vol. 8(7). – P. 235. – <https://doi.org/10.3390/antiox8070235>.
12. *Upton R.* Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): extraordinary vegetable medicine // Journal of Herbal Medicine. – 2013. – Vol. 3. – P. 9–38.
13. *Behrooj N., Khajali F., Hassanpour H.* Feeding reduced-protein diets to broilers subjected to hypobaric hypoxia is associated with the development of pulmonary hypertension syndrome // British Poultry Science. – 2012. – Vol. 53, N 5. – P. 658–666. – DOI:10.1080/00071668.2012.727082.
14. *Screening antimicrobial activity of various extracts of Urtica dioica* / A. Modarresi-Chahardehi, D. Ibrahim, S. Fariza-Sulaiman, L. Mousavi // Revistade Biología Tropical. – 2012. – Vol. 60, pp. 1567-1576.
15. *Бурмистрова О.М., Бурмистров Е.А.* Производство крольчатины при использовании в рационе крапивы двудомной // Приоритетные и инновационные технологии в животноводстве – основа модернизации агропромышленного комплекса России: сб. науч. ст. / Ставропольский гос. аграр. ун-т. – Ставрополь, 2016. – С. 26–31.
16. *Лапкина Е.З., Макарская Г.В., Турранен Л.С.* Влияние травяной добавки на основе крапивы двудомной (*Urtica dioica* L.) и звездчатки средней (*Stellaria media* L.) в кормлении японских перепелов на параметры генерации активных форм кислорода клетками их цельной крови // Вестник КрасГАУ. – 2016. – № 12. – С. 44–50.
17. *Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы. Молекулярно-генетические методы определения микрофлоры кишечника* / под общ. ред. В.И. Фисинина. – Сергиев Посад : ВНИТИП, 2013. – 52 с.
18. *Фитобиотические кормовые добавки на основе экстрактов лекарственных растений: Технические условия: ТУ 930000 – 1899178 – 002 – 201.* – Кемерово, 2018. – 17 с.
19. *Тутельян В.А., Суханов Б.П.* Современные подходы к обеспечению качества и безопасности биологически активных добавок к пище в Российской Федерации // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2009. – № 1. – С. 12–19.
20. *Кавтарашвили А.Ш.* Российский индексы эффективности производства яиц и мяса птицы // Птица и птицепродукты. – 2015. – № 1. – С. 62–65.
21. *The Effect of Feeding Stinging Nettle (Urtica Simensis S.) Leaf Meal on Feed Intake, Growth Performance and Carcass Characteristics of Hubbard Broiler Chickens. The Effect of Feeding Stinging Nettle (Urtica simensis S.) Leaf Meal on Feed Intake, Growth Performance and Carcass Characteristics of Hubbard Broiler Chickens* / B. Bekele, A. Melesse, M. Beyan, K. Berihun // Global Journal of Science Frontier Research. – 2015, may. – [S.l.]. Available at: <<https://journalofscience.org/index.php/GJSFR/article/view/1502>>. Date accessed: 05 oct. 2021.
22. *Kwiecień M., Winiarska-Mieczan A.* Effect of addition of herbs on body weight and assessment of physical and chemical alterations in the tibia bones of broiler chickens // Journal of Elementology. – 2009. – Vol. 14(4)/ – P. 705-715. – DOI: 10.5601/jelem.2009.14.4.705-715.
23. *Safamehr A., Mirahmadi M., Nobakht A.* Effect of nettle (*Urtica dioica*) medicinal plant on growth performance, immune responses, and serum biochemical parameters of broiler chickens // International Research Journal of Applied and Basic Sciences. – 2012. – Vol. 3. – P. 721–728.

24. *Urtica dioica* alcoholic extract increases the cell-mediated innate / C.D. Sandru, M. Niculae, S. Popescu [et al.] // *Industrial Crops and Products*. – 2016. – Vol. 88. – P. 48–50.
25. Mansoub N.H. Comparison of effects of using nettle (*Urtica dioica*) and probiotic on performance and serum composition of broiler chickens // *Global Veterinaria*. – 2011. – Vol. 6. – P. 247–250.
26. Kregiel D., Pawlikowska E., Antolak H. *Urtica* spp.: Ordinary Plants with Extraordinary Properties // *Molecules*. – 2018. – Vol. 23. – P. 1664. – DOI:10.3390/molecules23071664.

REFERENCES

1. Gül S., Demirci B., Baser K.H.C., Akpulat H.A., Aksu P., Chemical composition and in vitro cytotoxic, genotoxic effects of essential oil from *Urtica dioica* L., *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 2012, Vol. 88, pp. 666–671.
2. Kukric Z.Z.; Topalic-Trivunovic, L.N.; Kukavica, B.M.; Matoš, S.B.; Pavicic, S.S.; Boroja, M.M., Savic A.V., Characterization of antioxidant and antimicrobial activities of nettle leaves (*Urtica dioica* L.), *Acta Periodica Technologica*, 2012, Is. 43, pp. 257–272.
3. Orcic D., Franciškovic M., Bekvalac K., Svircev E., Beara I., Lesjak M., Mimica-Dukic N., Quantitative determination of plant phenolics in *Urtica dioica* extracts by high-performance liquid chromatography coupled with tandem mass spectrometric detection. *Food Chemistry*, 2014, Vol. 143, pp. 48–53.
4. Otles S., Yalcin B., Phenolic compounds analysis of root, stalk, and leaves of nettle, *The Scientific World Journal*, 2012, Vol. 2012, Article ID 564367, pp. 12, <https://doi.org/10.1100/2012/564367>.
5. Rutto L.K., Xu Y., Ramirez E., Brandt M., Mineral properties and dietary value of raw and processed stinging nettle (*Urtica dioica* L.), *International Journal of Food Science*, 2013, Vol. 2013, Article ID 857120, pp. 9, <https://doi.org/10.1155/2013/857120>.
6. Kara D., Evaluation of trace metal concentrations in some herbs and herbal teas by principal component analysis, *Food Chemistry*, 2009, Vol. 114, pp. 347–354.
7. Augspole I., Duma M., Ozola B., Cinkmanis I., Phenolic Profile of Fresh and Frozen Nettle, Goutweed, Dandelion and Chickweed Leaves, *Proceedings of the 11th Baltic Conference on Food Science and Technology “Food Science and Technology in a Changing World”*, Jelgava, Latvia, 27-28 April 2017, 2017.
8. Ghaima K.K., Hashim N.M., Ali S.A., Antibacterial and antioxidant activities of ethyl acetate extract of nettle (*Urtica dioica*) and dandelion (*Taraxacum officinale*), *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 2013, Vol. 3, pp. 96–99.
9. Vajic U.J., Grujic-Milanovic J., Živkovic J., Šavikin K., Gođevac D., Miloradovic Z., Bugarski B., Mihailovic-Stanojevic N., Optimization of extraction of stinging nettle leaf phenolic compounds using response surface methodology, *Industrial Crops and Products*, 2015, Vol. 74, pp. 912–917.
10. Nasiri S., Nobakht A., Safamehr A., The effect of different levels of nettle *Urtica dioica* L. (*Urticaceae*) medical plant in starter and grower feeds on performance, carcass traits, blood biochemical and immunity parameters of broilers, *Iranian Journal of Applied Animal Sciences*, 2011, Vol. 1, pp. 177–181.
11. Surai P.F., Kochish I.I., Fisinin V.I., Kidd M.T., *Antioxidant defense systems and oxidative stress in poultry biology: an update*, *Antioxidants*, 2019, Vol. 8(7), pp. 235, <https://doi.org/10.3390/antiox8070235>.
12. Upton R., Stinging nettles leaf (*Urtica dioica* L.): extraordinary vegetable medicine, *Journal of Herbal Medicine*, 2013, Vol. 3, pp. 9–38.
13. Behrooj N., Khajali F., Hassanpour H., Feeding reduced-protein diets to broilers subjected to hypobaric hypoxia is associated with the development of pulmonary hypertension syndrome, *British Poultry Science*, 2012, Vol. 53, No. 5, pp. 658–666, DOI:10.1080/00071668.2012.727082.
14. Modarresi-Chahardehi A., Ibrahim D., Fariza-Sulaiman S., Mousavi L., Screening antimicrobial activity of various extracts of *Urtica dioica*, *Revista de Biología Tropical*, 2012, Vol. 60, pp. 1567–1576.
15. Burmistrova O.M., Burmistrov E.A., *Prioritetnye i innovacionnye tekhnologii v zhivotnovodstve – osnova modernizacii agropromyshlennogo kompleksa Rossii* (Priority and innovative technologies in animal husbandry - the basis for the modernization of the Russian agro-industrial complex), Collection of scientific articles, Stavropol', 2016, pp. 26–31. (In Russ.)
16. Lapkina E.Z., Makarskaya G.V., Tirranen L.S., *Vestnik KrasGAU*, 2016, No. 12, pp. 44–50. (In Russ.)

17. *Metodika provedeniya nauchnyh i proizvodstvennyh issledovanij po kormleniyu sel'skohozyajstvennoj pticy. Molekulyarno-geneticheskie metody opredeleniya mikroflory kishechnika* (Methodology for conducting scientific and industrial research on the fattening of poultry. Molecular genetic methods for determining the intestinal microflora), Sergiev Posad : VNITIP, 2013, 52 p.
18. *Fitobioticheskie kormovye dobavki na osnove ekstraktov lekarstvennyh rastenij. Tekhnicheskie usloviya: TU 930000 – 1899178 – 002 – 201* (Phytobiotic feed additives based on extracts of medicinal plants: Specifications), Kemerovo, 2018, 17 p.
19. Tutel'yan V.A., Suhanov B.P., *Tihookeanskij medicinskij zhurnal*, 2009, No. 1, pp. 12–19. (In Russ.)
20. Kavtarashvili A.SH., *Ptica i pticeprodukty*, 2015, No. 1, pp. 62–65. (In Russ.)
21. Bekele B., Melesse A., Beyan M. and Berihun K., The Effect of Feeding Stinging Nettle (*Urtica Simensis* S.) Leaf Meal on Feed Intake, Growth Performance and Carcass Characteristics of Hubbard Broiler Chickens. The Effect of Feeding Stinging Nettle (*Urtica Simensis* S.) Leaf Meal on Feed Intake, Growth Performance and Carcass Characteristics of Hubbard Broiler Chickens, *Global Journal of Science Frontier Research*, [S.l.], may 2015, ISSN 2249-4626, Available at: <<https://journalofscience.org/index.php/GJSFR/article/view/1502>>, Date accessed: 05 oct. 2021.
22. Kwiecień M., Winiarska-Mieczan A., Effect of addition of herbs on body weight and assessment of physical and chemical alterations in the tibia bones of broiler chickens, *Journal of Elementology*, 2009, Vol. 14(4), pp. 705–715, DOI: 10.5601/jelem.2009.14.4.705-715.
23. Safamehr A., Mirahmadi M., Nobakht A., Effect of nettle (*Urticadioica*) medicinal plant on growth performance, immune responses, and serum biochemical parameters of broiler chickens, *International Research Journal of Applied and Basic Sciences*, 2012, Vol. 3, pp. 721–728.
24. Sandru C.D., Niculae M., Popescu S., Pastiu A.I., Páll E., Spînu M., *Urticadioica* alcoholic extract increases the cell-mediated innate, *Industrial Crops and Products*, 2016, Vol. 88, pp. 48–50.
25. Mansoub N.H., Comparison of effects of using nettle (*Urtica dioica*) and probiotic on performance and serum composition of broiler chickens, *Global Veterinaria*, 2011, Vol. 6, pp. 247–250.
26. Kregiel D. Pawlikowska E., Antolak H., *Urtica* spp.: Ordinary Plants with Extraordinary Properties, *Molecules*, 2018, Vol. 23, pp. 1664, DOI:10.3390/molecules23071664.

ПОЛУЧЕНИЕ МЕДОПЫЛЬЦЕВОГО ПРОДУКТА В УСЛОВИЯХ ПАСЕК

В.А. Злепкин, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

В.А. Чучунов, кандидат биологических наук, доцент

Е.Б. Радзиевский, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Т.В. Коноблей, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

А.В. Горбунов, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Волгоградский государственный аграрный университет,
Волгоград, Россия

Ключевые слова: перга, мед, пыльца, функциональный продукт, биологическая ценность

E-mail: chuchunov.78@mail.ru

Реферат. В связи с тем, что потребители все больше внимания стали уделять показателям безопасности и функциональности продуктов питания, нами разработан функциональный продукт на основе меда и пыльцы, собираемой пчелами. Данный продукт характеризуется высокими показателями безопасности, пищевой и биологической ценности. Проблема перги состоит в том, что пчелы для ее производства используют старые соты, которые непригодны для вывода расплода из-за сужения просвета ячейки вследствие того, что каждая вышедшая пчелка оставляет после себя кокон. Однако в старых сотах аккумулируются антибиотики и другие средства ветеринарной защиты, которые пчеловоды используют для лечения пчел. Для производства нашего продукта, который по качественным критериям не уступает перге, использовалась пыльца, собираемая в виде обножки посредством пыльцесборника, а мед откачивался из магазинных надставок, в которых расплод никогда не выводился, т. е. сырье для нашего продукта не контактировало с гнездовыми рамками, в которых находятся ячейки с коконами вышедших пчел, а кроме того, могли присутствовать остатки ветпрепаратов. Анализ органолептических показателей качества медопыльцевого продукта и перги показал, что по внешнему виду перга представляла собой шестиугольные прочные призмы, которые повторяли ячейки пчелиного сота. Цвет её различался по слоям от светло-жёлтого до коричневого. Медопыльцевой продукт был однородным по всей массе, мазеобразной консистенции оранжевого цвета. Запах всех образцов медово-пыльцевой. Вкус у перги был кисло-сладкий, слегка горьковатый, у медопыльцевого продукта – сладкий, а у медопыльцевого продукта с витамином С – кисло-сладкий. Сравнение физико-химических показателей качества перги и медопыльцевого продукта показало, что массовая доля влаги в перге была ниже на 3,5–3,6%, углеводов – на 11,2, а содержание белка выше на 0,4%. Уровень рентабельности производства медопыльцевого продукта при цене реализации 4000 руб/кг, как у перги, составит от 145,8 до 150,0% при том, что издержки, связанные с производством продукта, составили от 1600 до 1627 руб/кг. Прибыль достигала от 2373 до 2400 руб/кг.

THE OBTAINING A HONEY POLLEN PRODUCT IN APIARIES

V.A. Zlepkin, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor
V.A. Chuchunov, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor
E.B. Radzievskiy, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor
T.V. Konobley, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor
A.V. Gorbunov, Ph.D. in Biological Sciences, Associate Professor

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

Keywords: featherbed, honey, pollen, functional product, biological value.

Abstract. Due to the fact that consumers are paying more attention to the safety and functionality of food, the authors have developed a functional product based on honey and pollen collected by bees. This product is characterized by high indicators of safety, nutritional and biological value. The problem of bees for its production is that they use old honeycombs, which are not suitable for brood production because of the narrowing of the lumen of the cell due to the fact that each exiting bee leaves behind a cocoon. However, old combs accumulate antibiotics and other veterinary drugs that beekeepers use to treat bees. For the production of this product, which is not inferior in quality to bee bread, the authors used pollen collected in the form of a pollen collector, and honey was extracted from the superstructures of the store, in which brood was never hatched. In other words, the starting material for the product did not come into contact with the nesting frames containing the cells with the cocoons of the emerging bees. Moreover, these nest frames could contain the remains of veterinary drugs. The analysis of the organoleptic indicators of the quality of the honey pollen product and bee pollen showed that, in appearance, the bee bread was a hexagonal strong prism, which repeated the cells of a honeycomb. Its color varied in layers from light yellow to brown. The honey pollen product was homogeneous throughout the mass, ointment-like consistency and orange in color. The smell of all samples is honey pollen. The taste of bee pollen was sweet and sour, slightly bitter, that of the honey pollen product was sweet, that of the honey pollen product with vitamin C was sweet and sour. Comparison of physicochemical parameters of the quality of bee bread and honey pollen product showed that the mass fraction of fat in bee bread was lower by 3.5–3.6%, cholesterol - by 11.2, protein content - above 0.4%. The level of assessment of the production of honey pollen product at a selling price of 4000 rubles/kg, like bee bread, is from 145.8 to 150.0%, while the chemicals associated with the production of the product range from 1600 to 1627 rubles/kg. The profit reached from 2373 to 2400 rubles/kg.

В последнее время в потребительском сегменте рынка наметилась тенденция к производству продукции, не только характеризующейся повышенными качественными характеристиками, но и отвечающей показателям безопасности. С принятием стандартов в области органического производства ГОСТ Р 57022-2016 О порядке проведения добровольной сертификации органического производства и ГОСТ 33980-2016 Продукция органического производства. Правила производства, переработки, маркировки и реализации выпуск продукции с повышенными критериями качества и безопасности становится все более экономически оправданным [1, 2].

В качестве продукта, обладающего высокой биологической и пищевой ценностью, выступает в том числе пчелиная перга, ценность

которой гораздо выше, чем у пыльцы [3]. Пыльцу, приносимую в улей в виде обножки, пчелы складывают в ячейки сотов и уплотняют ее, утрамбовывая своими головками; каждую ячейку заполняют не более чем на 2/3 ее глубины, а сверху заливают пыльцу слоем меда. Сложенная таким образом пыльца, выдержанная в течение нескольких недель, называется пергой [4, 5]. Благодаря ферментам меда и деятельности бактерий, попавших в ячейки, в пыльце постепенно происходят изменения ее составных веществ — белков, углеводов, жиров и т.д., превращающее ее в пергу. Вследствие этого перга, хранившаяся в течение нескольких недель в улье, значительно отличается по химическому составу и питательным свойствам от свежей пыльцы: количество белковых веществ и жиров в ней

уменьшается, а молочной кислоты – возрастает; увеличивается также количество углеводов, что объясняется прибавлением к пыльце меда [6–8]. Образующаяся молочная кислота и углеводы перги препятствуют развитию плесневых грибов и гнилостных бактерий, вследствие чего она может сохраняться долгое время в улье и вне него в сухом прохладном помещении [9]. Перга отличается высоким содержанием следующих витаминов: тиамина (В₁) – 9,2 мкг на 1 г пыльцы, рибофлавина (В₂) – 18,5, пиридоксина (В₆) – 5,0, никотиновой кислоты – 200, пантотеновой кислоты – 30,0–50,0, фолиевой кислоты – 3,4–6,8, аскорбиновой кислоты (С) – 70–150 мкг/г; найдены также провитамин А (каротин) и витамин Р (рутин) [10].

Пчелы используют для производства перги в основном старые гнездовые соты, из которых вышло не одно поколение насекомых и которые становятся непригодными для вывода расплода вследствие сужения просвета ячеек [11, 12]. Однако в старых сотах могут накапливаться антибиотики и другие лекарственные препараты, которые пчеловоды используют для лечения пчел, и оттуда попадать в товарную продукцию, поэтому биологическая ценность перги с точки зрения органического производства вызывает ряд вопросов [13].

В связи с этим целью проведенных нами исследований стал сравнительный анализ медопыльцевого продукта, полученного по разработанной нами технологии, и перги.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для достижения поставленной цели нами был произведен медопыльцевой продукт и медопыльцевой продукт с добавлением аскорбиновой кислоты. После его созревания исследовали органолептические показатели качества (внешний вид, цвет, запах и вкус), физико-химические показатели (содержание влаги, белка, углеводов), а по окончании исследований дана экономическая оценка производства медопыльцевого продукта.

В соответствии со схемой наших исследований, мы произвели медопыльцевой продукт по тому же принципу, как его изготавливают пчелы, обеспечив температурно-влажностные режимы, аналогичные пчелиному улью. После созревания получается «чистый продукт». Используемая в нашем продукте пыльца никогда не была в улье, так как ее забирали у пчел при входе в улей посредством пыльцесборника, следовательно, она не контактировала с теми лечебными препаратами, остатки которых могли аккумулироваться в воске гнездовых рамок и оставшихся коконах вышедших пчел. Мед отбирали строго из рамок магазинных надставок, в которых при правильном пчеловождении расплод не выводится, соответственно и лекарственные препараты не соприкасались с ячейками. Затем в пропорциях 1 : 4 в весовых единицах смешивали мед с обножкой, а в варианте с витамином С добавляли аскорбиновую кислоту. Процесс созревания нашего продукта продолжался в течение 3 месяцев при температуре 16 – 20°C и относительной влажности воздуха 75–80%.

Таблица 1

Органолептические показатели качества
Organoleptic quality indicators

Показатель	Перга	Медопыльцевой продукт	Медопыльцевой продукт + аскорбиновая кислота
Внешний вид	В виде шестигранных гранул	Однородный по всей массе	Однородный по всей массе
Цвет	Слоями от светло жёлтого до коричневого	Оранжевый	Оранжевый
Запах	Медово-пыльцевой	Медово-пыльцевой	Медово-пыльцевой
Вкус	Кисло-сладкий, слегка горьковатый	Сладкий	Кисло-сладкий

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сравнительный анализ органолептических показателей перги и медопыльцевого продукта (табл. 1) показал, что по внешнему виду перга представляла собой шестиугольные прочные призмы, повторяющие ячейки пчелиного сота. Цвет различался по

слоям от светло-жёлтого до коричневого. Медопыльцевый продукт был однородный по всей массе, мажеобразной консистенции, оранжевого цвета. Запах у всех образцов медово-пыльцевой. Вкус у перги кисло-сладкий, слегка горьковатый, у медопыльцевого продукта – сладкий, а у медопыльцевого продукта с витамином С – кисло-сладкий.

Таблица 2

Качественные показатели медопыльцевого продукта, %
Qualitative indicators of the honey pollen product, %

Показатели	Перга	Медопыльцевой продукт	Медопыльцевой продукт + аскорбиновая кислота
Массовая доля влаги	15,6	19,2	19,1
Белки	21,7	20,3	20,3
Углеводы	29,6	40,8	40,8

Массовая доля влаги у перги была на 3,5–3,6% ниже, чем у медопыльцевого продукта, на что, как мы считаем, повлияли рецептура и температурно-влажностные условия во время созревания продукта (табл. 2). Углеводов

в медопыльцевом продукте было больше на 11,2%, а белка – меньше на 0,4%, что связано с биохимическими и микробиологическими процессами во время созревания.

Таблица 3

Экономическая эффективность производства медопыльцевого продукта
Economic efficiency of honey pollen production

Показатели	Медопыльцевой продукт	Медопыльцевой продукт + аскорбиновая кислота
Цена реализации, руб/кг	4000,0	4000,0
Полные издержки, руб/кг	1600,0	1627,0
Прибыль, руб/кг	2400,0	2373,0
Уровень рентабельности, %	150,0	145,8

Оценка экономических показателей производства медопыльцевого продукта (табл. 3) показала, что при цене реализации 4000 руб/кг, как у перги, уровень рентабельности составит от 145,8 до 150,0%, при том что издержки, связанные с производством продукта, составили от 1600 до 1627 руб/кг. Прибыль достигала от 2373 до 2400 руб/кг.

продукт, характеризующийся более высокими критериями качества в сравнении с пергой.

2. Органолептические показатели качества медопыльцевого продукта в сравнении с пергой выше. Сравнительный состав меда и перги свидетельствует, что массовая доля влаги и углеводов у перги была ниже на 3,5 и 11,2% соответственно, а белка – выше 0,4%.

3. Производство медопыльцевого продукта позволяет увеличить прибыльность пасеки. Так, уровень рентабельности производства нашего продукта составляет от 145,8 до 150%.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная нами рецептура медопыльцевого продукта позволяет получить

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Экономическая эффективность* лечения медоносных пчел от варроатоза при ведении органического животноводства / В.А. Чучунов, Е.Б. Радзиевский, В.А. Злепкин, Т.В. Коноблей, Ю.В. Радзиевская // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. – 2021. – № 3 (63). – С. 300–311.
2. *Борьба с клещом варроа* Якобсони на пасеках Волгоградской области / В.А. Чучунов, Е. Б. Радзиевский, В. А. Злепкин, Т. В Коноблей // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование*. – 2020. – № 1 (57). – С. 213–219.
3. *Контроль антибиотиков* в перге на основе иммуномикрочиповой технологии / А.М. Смирнов, Р.Т. Клочко, С.Н. Луганский, А.Б. Сохликов, Г.И. Игнатьева, А.В. Блинов // *Пчеловодство*. – 2019. – № 9. – С. 46–47.
4. *Развитие* производства перги в России / В.Ф. Некрашевич, Р.А. Мамонов, С.В. Некрашевич, Т.В. Торженева // *Пчеловодство*. – 2010. – №6. – С. 48–49.
5. *Сравнительная* оценка заготовки обножки и перги / В.Ф. Некрашевич, Т.В. Торженева, Р.А. Мамонов, К.В. Буренин, И.Ф. Карачун, М.С. Потапов // *Пчеловодство*. – 2015. – № 5. – С. 60–62.
6. *Жуков Р.Б.* Состав и свойства акациевого меда // *Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 180-летию ФГБОУ ВО «Донской государственной аграрной академии»*. – 2020. – С. 168–172.
7. *Клопова А.В., Жуков Р.Б., Гартованная О.В.* Изучение качественных характеристик меда // *Актуальные направления инновационного развития животноводства и современных технологий продуктов питания, медицины и техники: материалы всероссийской (национальной) научно-практической конференции*. – 2019. – С. 154–158.
8. *Товароведение* и экспертиза качества меда / А.В. Клопова, Р.Б. Жуков, О.В. Гартованная, Т.И. Шпак // *Инновационные пути решения актуальных проблем АПК России: материалы Всероссийской (национальной) заочной научно-практической конференции*. – 2019. – С. 296–300.
9. *Житников П.П.* Перга – благо или беда? // *Пчеловодство*. – 2012. – № 6. – С. 35–36.
10. *Медведев И.А.* Пыльца и перга // *Пчеловодство*. – 2018. – № 6. – С. 45–46.
11. *Орлов Б.Н., Егорагин В.П.* Цветочная пыльца – обножка – перга (монография) / Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия. – Нижний Новгород, 2012. – С. 99.
12. *Медопродуктивность* нектароносцов Ставропольского края и пути её повышения / С.В. Семенченко, А.С. Дегтярь, Р.Б. Жуков, А.А. Селезнев // *Концепт: научно-методический электронный журнал*. – 2015. – Т. 13. – С. 361–365.
13. *Ульянич Н.В.* Эффективное лечебное средство – перга // *Пчеловодство*. – 2018. – № 1. – С. 58–59.

REFERENCES

1. Chuchunov V.A., Radzievskii E.B., Zlepkin V.A., Konoblei T.V., Radzievskaya Yu.V., *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2021, No. 3 (63), pp. 300–311 (In Russ.)
2. Chuchunov V.A., Radzievskii E.B., Zlepkin V.A., Konoblei T.V., *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2020, No. 1 (57), pp. 213–219 (In Russ.)
3. Smirnov A.M., Klochko R.T, Luganskii S.N., Sokhlikov A.B., Ignat'eva G.I., Blinov A.V., *Pchelovodstvo*, 2019, No. 9, pp. 46–47 (In Russ.)
4. Nekrashevich V.F., Mamonov R.A., Nekrashevich S.V., Torzhenova T.V., *Pchelovodstvo*, 2010, No. 6, pp. 48–49 (In Russ.)
5. Nekrashevich V.F., Torzhenova T.V., Mamonov R.A., Burenin K.V., Karachun I.F., Potapov M.S., *Pchelovodstvo*, 2015, No. 5, pp. 60–62 (In Russ.)
6. Zhukov R.B., *Konferentsiya, posvyashchennaya 180-letiyu FGBOU VO „Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta“* (Conference dedicated to the 180th anniversary of the Don State Agrarian University), Materials of the international scientific and practical conference, Dongau, 2020, pp.168–172 (In Russ.)

7. Klopova A.V., Zhukov R.B., Gartovannaya O.V., *Aktual'nye napravleniya innovatsionnogo razvitiya zhivotnovodstva i sovremennykh tekhnologii produktov pitaniya, meditsiny i tekhniki* (Actual directions of innovative development of animal husbandry and modern technologies of food, medicine and technology) Materials of the All-Russian (national) scientific-practical conference, Dongau, 2019, pp. 154–158 (In Russ.)
8. Klopova A.V., Zhukov R.B., Gartovannaya O.V., Shpak T.I., *Innovatsionnye puti resheniya aktual'nykh problem APK Rossii* (Innovative ways to solve urgent problems of the agro-industrial complex of Russia) Materials of the All-Russian (national) correspondence scientific and practical conference, 2019, Dongau, 2019, pp. 296–300 (In Russ.)
9. Zhitnikov P.P., *Pchelovodstvo*, 2012, No. 6, pp. 35–36. (In Russ.)
10. Medvedev I.A., *Pchelovodstvo*, 2018, No. 6, pp. 45–46 (In Russ.)
11. Orlov B.N., Egorashin V.P., *Nizhegorodskaya gosudarstvennaya sel'skokhozyaistvennaya akademiya*, Nizhnii Novgorod, 2012, pp. 99 (In Russ.)
12. Semenchenko S.V., Degtyar' A.S., Zhukov R.B., Seleznev A.A. *Nauchno-metodicheskii elektronnyi zhurnal Kontsept*, 2015, T 13, pp. 361–365 (In Russ.)
13. Ul'yanich N.V., *Pchelovodstvo*, 2018, No.1, pp. 58–59 (In Russ.)

