

ISSN 2078–1318

**ИЗВЕСТИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

№ 3 (60)



**IZVESTIYA
SAINT-PETERSBURG STATE
AGRARIAN UNIVERSITY**

2020

ИЗВЕСТИЯ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

№ 3 (60)



IZVESTIYA

SAINT-PETERSBURG STATE
AGRARIAN UNIVERSITY

2020

**ИЗВЕСТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА**

Ежеквартальный научный журнал
№ 3 (60)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-26051 от 18 октября 2006 г.

Журнал входит в перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,
рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов кандидатских
и докторских исследований

Журнал содержит материалы по основным разделам аграрной науки.
В нем представлены результаты научных исследований и внедрения разработок
в сельскохозяйственное производство
Издаётся с 2004 г.

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

IZVESTIYA SAINT-PETERSBURG STATE AGRARIAN UNIVERSITY
quarterly scientific journal
№ 3 (60)

Journal is registered
in the Federal service on supervision for legislation compliance in the sphere
of mass communications and cultural heritage protection
The registration certificate of mass media
ПИ № FS77-26051 on October 18, 2006

The journal is included into the list of leading reviewed scientific journals and publications recommended
by the Higher Certification Commission of RF for the results publication of candidate
and doctoral research papers

Journal contains materials on main sections of agricultural science.
It presents research results and development implementation results into agricultural production

Published since 2004

Founder – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saint-Petersburg state agrarian university"

ИЗВЕСТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Ежеквартальный научный журнал
№ 3 (60)

Главный редактор
Доктор ветеринарных наук, ректор ФГБОУ ВО СПбГАУ
Морозов Виталий Юрьевич

Заместители главного редактора:
Доктор сельскохозяйственных наук, проректор
по научной, инновационной и международной работе
Цыганова Надежда Александровна
Кандидат экономических наук, проректор по коммерческой деятельности
и развитию имущественного комплекса
Воронцов Ярослав Алексеевич

Выпускающий редактор
Баранова Марина Дмитриевна

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Алдошин Николай Васильевич, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Сельскохозяйственные машины» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве);

Анисимов Анатолий Иванович, д-р биол. наук, проф., проф. кафедры «Защита и карантин растений» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.07 Защита растений);

Атрощенко Геннадий Парфёнович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Плодоовощеводство и декоративное садоводство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.08 Плодоводство, виноградарство; 06.01.09 Овощеводство);

Болгов Анатолий Ефремович, д-р с.-х. наук, проф., и.о. зав. кафедрой «Зоотехния, рыбоводство, агрономия и землеустройство» ПетрГУ (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных);

Ганусевич Фёдор Фёдорович, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Растениеводства им. И.А. Стебута» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства; 06.01.01 Общее земледелие, растениеводство);

Джураева Улугой Шаймардановна, д-р биол. наук, проф. кафедры «Крупное животноводство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

Дидманидзе Отари Назирович, член-корр. Российской академии наук, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Автомобильный транспорт» ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева (05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве);

Долженко Виктор Иванович, академик Российской академии наук, д-р с.-х. наук, проф., зам. директора по научной работе ФГБНУ ВИЗР (06.01.07 Защита растений);

Долженко Татьяна Васильевна, д-р биол. наук, доц., доц. кафедры «Защита и карантин растений» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.04 Агротехника; 06.01.07 Защита растений);

Донских Нина Александровна, д-р с.-х. наук, проф., зав. кафедрой «Земледелие и луговое хозяйство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.01 Общее земледелие, растениеводство; 06.01.06 Луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры; 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

Добринов Александр Владимирович, канд. техн. наук, доц., доц. кафедры «Технические системы в агробизнесе» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства);

Елифанов Алексей Павлович, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Электроэнергетика и электрооборудование» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.02 Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве);

Иванов Алексей Иванович, член-корр. Российской академии наук, д-р с.-х. наук, проф., глав. науч. сотрудник, зав. отделом физико-химической мелиорации и опытного дела ФГБНУ АФИ (06.01.01 Общее земледелие, растениеводство; 06.01.03 Агротехника; 06.01.04 Агротехника);

Карпов Валерий Николаевич, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Энергообеспечение предприятий и электротехнологий» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.02 Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве);

Карынбаев Аманбай Камбарбекович, д-р с.-х. наук, глав. науч. сотрудник ТОО «Юго-Западный НИИ животноводства и растениеводства» (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных; 06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства);

Кулинцев Валерий Владимирович, д-р с.-х. наук, директор ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр» (06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

Лаврищев Антон Викторович, д-р с.-х. наук, доц., зав. кафедрой «Почвоведение и агрохимия» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.03 Агрофизика; 06.01.04 Агрохимия);

Лаптев Георгий Юрьевич, д-р биол. наук, директор ООО «Биотроф» (06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов; 06.02.07. Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных);

Митюков Алексей Савельевич, д-р с.-х. наук, вед. науч. сотрудник ФГБУН «Институт Озероведения Российской академии наук» (06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства);

Найда Надежда Михайловна, д-р биол. наук, проф., проф. кафедры «Земледелие и луговое хозяйство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.04 Агрохимия; 06.01.06 Луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры);

Новиков Михаил Алексеевич, д-р техн. наук, проф., проф. кафедры «Технические системы в агробизнесе» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.03 Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве);

Осипова Галина Степановна, д-р с.-х. наук, проф., проф. кафедры «Плодоовощеводство и декоративное садоводство» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений; 06.01.08 Плодоводство, виноградарство; 06.01.09 Овощеводство);

Осипова Ольга Валентиновна, канд. с.-х. наук, доц., декан факультета «Зооинженерия и биотехнологии» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.02.10 Частная зоотехния, технология производства продуктов животноводства);

Попов Владимир Дмитриевич, академик Российской академии наук, д-р техн. наук, проф., глав. науч. сотрудник ИАЭП – филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства);

Рогозина Елена Вячеславовна, д-р биол. наук, вед. науч. сотрудник отд. генетич. ресурсов картофеля ФГБНУ ВИР (06.01.04 Агрохимия; 06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений);

Ружьев Вячеслав Анатольевич, канд. техн. наук, доц., декан факультета «Технические системы, сервис и энергетика» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства);

Сафронов Сергей Леонидович, д-р с.-х. наук, доц., зав. кафедрой «Аквакультура и болезни рыб» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных; 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

Смелик Виктор Александрович, д-р техн. наук, проф., зав. каф. «Технические системы в агробизнесе» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства);

Сорокопудов Владимир Николаевич, д-р с.-х. наук, проф., зав. центром генетики, селекции и интродукции садовых культур ФГБНУ ВСТИСП (06.01.05 Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений; 06.01.08 Плодоводство, виноградарство; 06.01.09 Овощеводство);

Спиридонов Анатолий Михайлович, д-р с.-х. наук, доц., декан факультета «Плодоовощеводство и перерабатывающие технологии» ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства; 06.01.06 Луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры; 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

Станишевская Ольга Игоревна, д-р биол. наук, руковод. отд. генетики, разведения и сохранения генетических ресурсов с.-х. птиц ВНИИГРЖ (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных; 06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

Терлецкий Валерий Павлович, д-р биол. наук, проф., глав. науч. сотрудник ФГБНУ ВИР (06.02.08 Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов);

Шульга Леонид Петрович, д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Генетика, разведение и биотехнологии животных» ФГБОУ ВО СПбГАУ (06.02.07 Разведение, селекция и генетика сельскохозяйственных животных);

Юдаев Игорь Викторович, д-р техн. наук, проф., проректор по учебной и воспитательной работе ФГБОУ ВО СПбГАУ (05.20.02 Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве);

Якушев Виктор Петрович, академик Российской академии наук, д-р с.-х. наук, проф., зав. отделом моделирования адаптивных агротехнологий ФГБНУ АФИ (05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства; 06.01.03 Агрофизика; 06.01.04 Агрохимия)

**IZVESTIYA OF SAINT-PETERSBURG
STATE AGRARIAN UNIVERSITY**

QUARTERLY ISSUED SCIENTIFIC JOURNAL
№ 3 (60)

Editor-in-Chief

Doctor of Veterinary, acting Rector of FSBEI HE SPbSAU
Morozov Vitaliy Yurievich

Deputies Editor-in-Chief

Doctor of Agriculture, Vice-Rector for scientific, innovative and international work

Tsyganova Nadezhda Aleksandrovna

Ph.D. of Economics, Vice-Rector for commercial activities
and the development of the property complex

Vorontsov Yaroslav Alekseyevich

Executive Journal Editor

Baranova Marina Dmitrievna

EDITORIAL BOARD

Aldoshin Nikolay Vasilyevich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of «Agricultural Machines» at FSBEI HE «Russian Timiryazev State Agrarian University» (05.20.03 Technologies and means of technical maintenance in agriculture);

Anisimov Anatoly Ivanovich, Doctor of Biology, Professor of the Department of «Plant Protection and Quarantine» FSBEI HE SPbSAU (06.01.07 Plant Protection);

Atroshchenko Gennady Parfyonovich, Doctor of Agriculture, Professor of the Department of «Fruit and Vegetable Growing and Ornamental Horticulture» FSBEI HE SPbSAU (06.01.08 Horticulture, viticulture; 06.01.09 Vegetable farming);

Bolgov Anatoly Efremovich, Doctor of Agriculture, Professor, Head of the Department of «Animal Science, Fish Farming, Agronomy and Land Management», FSBEI HE PetrSU (06.02.07 Breeding, selection genetics of farm animals);

Ganusevich Fyodor Fyodorovich, Doctor of Agriculture, Professor, Head of «Plant Growing Department of I.A. Stebut» FSBEI HE SPbSAU (05.20.01 Technologies and Means of Agricultural Mechanization; 06.01.01 General farming, plant growing);

Dzuraeva Ulugoy Shaimardanovna, Doctor of Biology, Professor, Department of «Large Livestock» FSBEI HE SPbSAU (06.02.08 Fodder production, livestock feeding and feed technology);

Didmanidze Otari Nazirovich, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Automobile Transport», FSBEI HE «Russian Timiryazev State Agrarian University» (05.20.03 Technologies and means of technical maintenance in agriculture);

Dolzhenko Viktor Ivanovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agriculture, Professor, Deputy. Director for Scientific Work, FSBSI All-Russian Institute of Plant Protection (06.01.07 Plant Protection);

Dolzhenko Tatyana Vasilyevna, Doctor of Biology, Associate Professor of the Department of «Plant Protection and Quarantine» FSBEI HE SPbSAU (06.01.04 Agrochemistry; 06.01.07 Plant Protection);

Donskikh Nina Aleksandrovna, Doctor of Agriculture, Professor, Head of the Department of «Farming and Grassland» FSBEI HE SPbSAU (06.01.01 General farming, plant growing; 06.01.06 Grassland farming and medicinal oil-bearing crops; 06.02.08 Forage production, feeding of farm animals and forage technology);

Dobrinov Alexandr Vladimirovich, Ph.D. of Technical Sciences, Assistant Professor of the Department of «Technical Systems in Agribusiness» FSBEI HE SPbSAU (05.20.01 Technologies and Means of Agricultural Mechanization);

Epifanov Aleksey Pavlovich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Electricity and Electrical Equipment» FSBEI HE SPbSAU (05.20.02 Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture);

Ivanov Aleksey Ivanovich, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agriculture, Professor, Chief Researcher, FSBSI «Agrophysical Research Institute» (06.01.01 General farming, plant growing; 06.01.03 Agrophysics; 06.01.04 Agrochemistry);

Karpov Valery Nikolayevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Power Supply of Enterprises and Electrical Technologies» FSBEI HE SPbSAU (05.20.02 Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture);

Karynbaev Amanbay Kambarbekovich, Doctor of Agriculture, Professor of Department of «Biology», LLP South-West Research Institute of Livestock and Crop Production (06.02.07 Breeding, selection and genetics of agricultural animals; 06.02.10 Private animal husbandry, technology of production of livestock products);

Kulintsev Valery Vladimirovich, Doctor of Agriculture, Director, North Caucasus Federal Agricultural Research Center (06.02.08 Forage production, feeding of farm animals and forage technology);

Lavrishchev Anton Viktorovich, Doctor of Agriculture, Associate Professor, Head of the Department of «Soil Science and Agrochemistry» FSBEI HE SPbSAU (06.01.03 Agrophysics; 06.01.04 Agrochemistry);

Lapteev Georgy Yuryevich, Doctor of Biology, Director of «Biotrof» LLC (06.02.08 Forage production, feeding of farm animals and forage technology; 06.02.07 Breeding, selection and genetics of agricultural animals);

Mityukov Aleksey Savelyevich, Doctor of Agriculture, Leading Scientific Researcher, Institute of Limnology of Russian Academy of Sciences (06.02.10 Private animal husbandry, technology of production of livestock products);

Naida Nadezhda Mikhailovna, Doctor of Biology, Professor of the Department of «Farming and Grassland» FSBEI HE SPbSAU (06.01.04 Agrochemistry; 06.01.06 Grassland farming and medicinal oil-bearing crops);

Novikov Mikhail Alekseevich, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of «Technical Systems in Agribusiness» FSBEI HE SPbSAU (05.20.03 Technologies and means of technical maintenance in agriculture);

Osipova Galina Stepanovna, Doctor of Agriculture, Professor of the Department of «Fruit and Vegetable Growing and Ornamental Horticulture» FSBEI HE SPbSAU (06.01.05 Selection and seed production of agricultural plants; 06.01.08 Horticulture, viticulture; 06.01.09 Vegetable farming);

Osipova Olga Valentinovna, Ph.D. of Agriculture, Associate Professor, Dean of the Faculty of «Animal Science and Biotechnology» FSBEI HE SPbSAU (06.02.10 Private animal husbandry, technology for the production of livestock products);

Popov Vladimir Dmitrievich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher, Institute of Agroengineering and environmental problems - branch of FSBSI «Federal Scientific Agroengineering Center VIM» (05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization);

Rogozina Elena Vyacheslavovna, Doctor of Biology, Leading Scientific Researcher of Potato Genetic Resources Department, FSBSI «Federal Research Center the N.I. Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources» (06.01.04 Agrochemistry; 06.01.05 Selection and seed production of agricultural plants);

Ruzhyev Vyacheslav Anatolyevich, Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of «Technical Systems, Service and Energetics» FSBEI HE SPbSAU (05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization);

Safronov Sergey Leonidovich, Doctor of Agriculture, Assistant Professor., Head of the Department of «Aquaculture and Fish Diseases», FSBEI HE SPbGAVM (06.02.07 Breeding, selection and genetics of farm animals; 06.02.08 Fodder production, livestock feeding and feed technology);

Smelik Viktor Aleksandrovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of «Technical systems in agribusiness» FSBEI HE SPbSAU (05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization);

Sorokopudov Vladimir Nikolayevich, Doctor of Agriculture, Professor, Head of the Center for Genetics, Breeding and Introduction of Horticultural Plants, FSBSI ARHIBAN (06.01.05 Selection and seed production of agricultural plants; 06.01.08 Horticulture, viticulture; 06.01.09 Vegetable farming);

Spiridonov Anatoly Mikhailovich, Doctor of Agriculture, Associate Professor, Dean of the Faculty of «Horticulture and Processing Technologies» FSBEI HE SPbSAU (05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization; 06.01.06 Grassland farming and medicinal oil-bearing crops; 06.02.08 Forage production, feeding of farm animals and forage technology);

Stanishevskaya Olga Igorevna, Doctor of Biology, Head of the Department of Genetics, Breeding and Preservation of genetic resources of agricultural birds RRIFAGB (06.02.07 Breeding, selection and genetics of agricultural animals; 06.02.08 Forage production, feeding of farm animals and forage technology);

Terletsky Valery Pavlovich, Doctor of Biology, Professor, Chief Researcher FSBSI «Federal Research Center the N.I.Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources» (06.02.08 Feed production, livestock feeding and feed technology);

Shulga Leonid Petrovich, Doctor of Agriculture, Professor of the Department «Genetics, Breeding and Biotechnology of Animals» FSBEI HE SPbSAU (06.02.07 Breeding, selection and genetics of agricultural animals);

Yudaev Igor Viktorovich, Doctor of Technical Sciences, Professor, Vice-rector for academic and educational work of FSBEI HE SPbSAU (05.20.02 Electrotechnologies and electrical equipment in agriculture);

Yakushev Viktor Petrovich, Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Agronomy, Professor, Head of the Department of Adaptive Agrotechnology Modeling, FSBSI «Agrophysical Research Institute» (05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization; 06.01.03 Agrophysics; 06.01.04 Agrochemistry)

СОДЕРЖАНИЕ

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ: АГРОНОМИЯ

| | |
|--|----|
| Донских Н.А., Михайлова А.Г., Пивень М.Г. Сравнительная оценка разных сортов клевера лугового при возделывании на кормовые и семенные цели..... | 9 |
| Спиридонов А.М., Мазин А.М. Продуктивность сортов люцерны изменчивой и синей в условиях Северо-Запада России..... | 16 |
| Попова Г.В., Перьков В.М. Эффективность комплексной подкормки при выращивании клевера лугового в условиях Костромской области..... | 22 |
| Лаврищева Т.А., Осипова Г.С. Влияние сроков уборки на биохимический состав различных сортов цикория салатного (<i>Cichorium intybus L. var. foliosum</i>) | 27 |
| Круглова С.А., Золотова Р.П. Перспективные сорта льна-долгунца для Костромской области..... | 36 |
| Евтушенко Н.С., Котов Л.А. Новый сорт жимолости синей Полянка Котова..... | 41 |
| Макаренко В.В., Долженко В.И. Эффективность фунгицидной комбинации мефентрифлуконазола и пиракlostробина на посевах пшеницы в Ленинградской области..... | 45 |
| Морозова Т.М. Особенности влияния предпосевного озонирования семян на повышение урожайности и показатели качества зерна яровой пшеницы..... | 51 |
| Макаренко В.И., Долженко Т.В. Эффективность имидаклоприда в борьбе с комплексом вредителей на розе защищенного грунта..... | 55 |
| Пирахунова Ф.Н., Абзалов А.А., Нурмухамедов А.А. Значение минеральных удобрений в снижении опадения плодоземелентов хлопчатника..... | 60 |
| Ракутько С.А., Ракутько Е.Н., Мишанов А.П. Влияние параметров световой среды на содержание хлорофилла в листьях рассады томата и их оптические свойства..... | 67 |
| Фёдорова Р.А. Качественная оценка сныти и топинамбура при использовании в перерабатывающем производстве..... | 74 |

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ: ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

| | |
|---|-----|
| Васильева О.К. Динамика показателей продуктивного долголетия коров в сельскохозяйственных предприятиях России..... | 80 |
| Приступа В.Н., Кротова О.В., Савенков К.С. Мясная продуктивность скота калмыцкой породы различных линий..... | 88 |
| Фомина Н.В., Сафронов С.Л. Воспроизводительные качества ремонтных и основных свиноматок в сравнительном аспекте для производства товарной продукции..... | 94 |
| Козикова Л.В., Полтева Е.А., Никиткина Е.В. Сохранение разнообразия исходных пород и популяций кур..... | 100 |
| Силукова Ю.Л. Критерии отбора петухов декоративных пород для формирования страховых резервов криобанка..... | 106 |

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ: ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

| | |
|--|-----|
| Зейнетдинов Р.А. Влияние неравновесных внутрицилиндровых процессов на индикаторный КПД поршневого двигателя..... | 111 |
| Калинин А.Б., Смелик В.А., Теплинский И.З. Совершенствование технологического процесса функционирования устройства для применения вододерживающих материалов..... | 118 |
| Волхонов М.С., Абалихин А.М., Крупин А.В. Анализ эффективности работы нового измельчителя фуражного зерна..... | 124 |
| Аннотации | 132 |

AGRICULTURAL SCIENCE: AGRONOMY

| | |
|--|----|
| Donskikh N.A., Mikhailova A.G., Piven M.G. Comparative evaluation of different varieties of meadow clover when cultivation for fodder and seed purposes..... | 9 |
| Spiridonov A.M., Mazin A.M. Productivity of variable and blue alfalfa varieties in the North-West of Russia..... | 16 |
| Popova G.V., Per'kov V.M. Efficiency of complex feeding for cultivation of meadow clover in conditions of Kostroma region..... | 22 |
| Lavrishcheva T.A., Osipova G.S. Influence of harvesting time on the biochemical composition of different varieties of <i>Cichorium intybus L. var. foliosum</i> | 27 |
| Kruglova S.A., Zolotova R.P. Perspective varieties of common flax for Kostroma region..... | 36 |
| Evtushenko N.S., Kotov L.A. The new honeysuckle variety Polyanka Kotova..... | 41 |
| Makarenko V.V., Dolzhenko V.I. The effectiveness of fungicidal combinations of ofentitlement and pyraclostrobin on the wheat crops in the Leningrad region..... | 45 |
| Morozova T.M. Particular qualities of the influence of pre-sowing seeds ozonization on yield increasing and quality indicators of spring wheat grain..... | 51 |
| Makarenko V.I., Dolzhenko T.V. Efficiency of imidaclopride in the complex pests control on protected ground rose..... | 55 |
| Pirakhunova F.N., Abzalov A.A., Nurmukhamedov A.A. The value of mineral fertilizers in reducing the loss of cotton fruit elements..... | 60 |
| Rakutko S.A., Rakutko E.N., Mishanov A.P. Impact of light environment parameters on the chlorophyll content in tomato transplant leaves and their optical properties..... | 67 |
| Fedorova R.A. Qualitative assessment of ground and jerusalem artichoke when used in processing production..... | 74 |

AGRICULTURAL SCIENCES: VETERINARY MEDICINE & ANIMAL SCIENCE

| | |
|---|-----|
| Vasileva O.K. Dynamics of indicators of cows productive longevity in agricultural enterprises in Russia..... | 80 |
| Pristupa V.N., Krotova O.V., Savenkov K.S. Meat productivity of kalmyk breed cattle of various lines..... | 88 |
| Fomina N.V., Safronov S.L. Reproductive qualities of repair and main sows in the comparative aspect for the production of commercial products..... | 94 |
| Kozikova L.V., Polteva E.A., Nikitkina E.V. Conservation of the diversity of staterous breeds and chicken populations..... | 100 |
| Silyukova Y.L. Criteria for selection of ornamental roosters for forming of insurance reserves of the cryobank..... | 106 |

ENGINEERING SCIENCE: PROCESSES AND MACHINES OF AGRO ENGINEERING SYSTEMS

| | |
|---|-----|
| Zeynetdinov R.A. Influences of nonequilibrium intra cylinder processes for indicator efficiency of piston engine..... | 111 |
| Kalinin A.B., Smelik V.A., Teplinsky I.Z. The technological process improvement of functioning of the device for application of water-retaining materials..... | 118 |
| Volkhonov M.S., Abalikhin A.M., Krupin A.V. New forage grain grinder efficiency analysis..... | 124 |
| Annotations | 132 |

УДК 631

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13009

Доктор с.-х. наук **Н.А. ДОНСКИХ**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, nina-donskikh@mail.ru)Доктор с.-х. наук **А.Г. МИХАЙЛОВА**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, almihail@mail.ru)Аспирант **М.Г. ПИВЕНЬ**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, m-frolova91@yandex.ru)

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗНЫХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА КОРМОВЫЕ И СЕМЕННЫЕ ЦЕЛИ

В преобладающем большинстве почвенно-климатических районов Российской Федерации обеспеченность скотоводства объемистыми кормами во многом зависит от уровня интенсивности ведения полевого и лугопастбищного кормопроизводства, основу которых составляют многолетние травы. Они позволяют не только решать проблему сбалансированных по протеину кормов и повышать продуктивность скота при меньшем расходе кормов, но и имеют ряд других преимуществ: обеспечивают сохранение почвенного плодородия, повышение общей эффективности растениеводства, экологической безопасности, окультуривание прилегающего агроландшафта, рекультивацию загрязненных и эродированных земель, обустройство откосов дорог и лесопарковых объектов, достаточно стабильный урожай даже в засушливые годы [1, 2, 3, 9].

Экспансия в Россию иностранных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений в большинстве случаев происходит не по причине их более высокого генотипического потенциала, а за счет высоких технологий выращивания и тщательной подготовки посевного материала (сортирования, калибрования, инкрустации), что создает хорошие условия для стартового роста растений и дальнейшего формирования высокого урожая. Все это искусственно завышает оценку потенциальной продуктивности иностранных сортов, способствует их ускоренному внедрению на промышленных посевных площадях России и тем самым снижает конкурентоспособность отечественных сортов, семенной продукции, посадочного материала и применяемых технологий [4].

Преодоление зависимости от зарубежного семенного и посадочного материала является важной государственной задачей, направленной на обеспечение продовольственной безопасности страны. Работа по созданию собственной селекционно-генетической базы проводится в рамках «Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017–2025 годы» [5].

Основными причинами неудовлетворительного состояния семеноводства многолетних трав стали: низкий уровень развития материально-технической базы отрасли, отсутствие необходимой инфраструктуры, несоблюдение и невыполнение производственной и технологической дисциплины, слабое финансовое положение сельскохозяйственных предприятий, отсутствие высококвалифицированных кадров, несовершенство экономических взаимоотношений между производителями и потребителями семенной продукции, что является одной из главных причин слабого продвижения сортов в производство, медленного внедрения научных разработок [6].

Семеноводство многолетних трав – сложная и специфическая отрасль сельскохозяйственного производства. Агротехника возделывания их на семена существенно отличается от агротехники выращивания на корм. Если в последнем случае все направлено на максимальное увеличение вегетативной массы растений, то на семенных посевах, наоборот, – на некоторое ее ограничение. Трудности возникают также при уборке и послеуборочной

подработке посевного материала в связи с многообразием видов и сортов трав и большими различиями в размерах и форме их семян.

Как свидетельствует практика, семеноводство многолетних трав – одна из самых высококорентабельных отраслей растениеводства, несмотря на высокие материальные и энергетические затраты производства семян. Использование при создании фуражных посевов высокопродуктивных сортов многолетних трав позволяет без дополнительных затрат резко увеличить урожайность и качество кормового сырья [9].

Цель исследования – сравнительная оценка разных сортов клевера лугового при использовании их на кормовые и семенные цели.

Материалы, методы и объекты исследований. Опыт по теме был заложен в начале августа 2018 года на территории института агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства, вблизи г. Павловска.

Схема опыта включала разные сорта бобовых многолетних трав, высеянные в одновидовых и смешанных посевах с тимофеевкой луговой:

1. Клевер луговой, сорт Дымковский – 100%.
2. Клевер луговой, сорт Волосовский 86 – 100%.
3. Клевер луговой, сорт Седум – 100%.
4. Клевер луг. Дымковский – 50% + тимофеевка луговая, сорт Нарымская – 50%.
5. Клевер луг. Волосовский 86–50% + тимофеевка луговая, сорт Нарымская – 50%.
6. Клевер луг. Седум – 50% + тимофеевка луговая, сорт Нарымская – 50%.

Схема опыта включает: 6 вариантов в 3-х повторностях (3 варианта – в чистом посеве и 3 варианта – в смеси с тимофеевкой луговой). Площадь опытной делянки 15 м².

Почва участка, на котором заложен опыт, дерново-подзолистая, высокогумусированная, хорошо окультуренная: содержание гумуса составляет 4,0%, рН – 5,7, содержание P₂O₅ – 450 и K₂O – 129 мг-экв./1000 г сухой почвы.

Все учеты и наблюдения выполнены согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами, разработанными ВНИИК им. В.Р. Вильямса (1997) [4].

Результаты исследований. Погодные условия в годы проведения исследований: вторая половина лета 2018 г. и вегетационного периода 2019 г. были вполне благоприятными для развития и формирования высеянных сортов бобовых видов. Однако августовская засуха, наступившая сразу после посева в 2018 г., негативно отразилась на полевой всхожести высеянных травостоев (табл.1).

Таблица 1. **Всхожесть высеянных изучаемых видов, % (2018 г.)**

| Варианты опыта | Средняя всхожесть, шт./м ² | Масса 1000 шт. Семян, г | Количество высеянных семян, млн. шт./ га | Число взошедших семян, млн. шт./га | Полевая всхожесть, % |
|----------------|---------------------------------------|-------------------------|--|------------------------------------|----------------------|
| 1 | 308 | 1,7 | 9,019 | 3,080 | 34 |
| 2 | 316 | 1,7 | 7,843 | 3,160 | 16,5 |
| 3 | 364 | 1,7 | 7,843 | 3,640 | 22 |
| 4 | 160 | 1,7 | 5,882 | 1.600 | 27 |
| 5 | 124 | 1,7 | 3,992 | 1,240 | 10,8 |
| 6 | 136 | 1.7 | 3,992 | 1,360 | 15,6 |

Наименьшей всхожестью характеризовались варианты смешанных посевов, причем всех изучаемых сортов.

Благоприятные условия перезимовки способствовали успешному формированию травостоев в весенний период. Недостаток влаги и повышенный тепловой режим в апреле, в начале отрастания, были неблагоприятны для развития сорной растительности. Это положительно сказывалось на развитии и росте клеверов, которые чувствительны к затенению, особенно в первый год жизни.

Среди сорной растительности преобладали следующие виды растений: пырей ползучий (*Elytrigia repens* L.), осот полевой (*Sonchus arvensis* L.), сурепка обыкновенная (*Barbarea vulgaris* W.T.Aiton).

В наших исследованиях урожайность изучаемых травостоев, созданных на базе разных сортов клевера лугового, высеянных в одновидовых посевах, составила от 35,1 до 46,4 т/га зеленой массы. Урожайность смешанных посевов этих бобовых видов с тимофеевкой луговой зависела от сорта: так, клевер луговой Дымковский обеспечил в смеси с тимофеевкой 42,2 т/га зеленой массы, что превышает уровень одновидового посева на 2,8 т/га. В то же время сорта клевера лугового Волосовский и Седум в смеси с тимофеевкой снизили урожайность на 16,1–20,3 т/га (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность изучаемых травостоев в 2019 г. (т/га з.м. и с.м.)

| Вариант | Зеленая масса | | Итого | Сухая масса | | Итого |
|----------------------------------|---------------|------|-------|-------------|------|-------|
| | Укосы | | | укосы | | |
| | 1 | 2 | | 1 | 2 | |
| Клевер луговой с.Дымковский | 21,9 | 17,5 | 39,4 | 8,0 | 3,9 | 11,9 |
| Клевер луговой с.Волосовский 86 | 8,6 | 26,5 | 35,1 | 2,3 | 5,8 | 8,1 |
| Клевер луговой с. Седум | 7,3 | 39,1 | 46,4 | 2,0 | 10,6 | 12,6 |
| Кл. луг.Дымков.+ тимофеевка луг. | 25,2 | 17,1 | 42,3 | 13,3 | 4,7 | 18,0 |
| Кл.луг.Волосов.+ тимофеевка луг. | 7,9 | 21,1 | 29,0 | 3,3 | 6,0 | 9,3 |
| Кл. луг. Седум+ тимофеевка луг. | 8,9 | 17,2 | 26,1 | 4,5 | 5,0 | 9,5 |
| НСР ₀₅ | 5,1 | 4,1 | 6,0 | 2,6 | 1,2 | 2,7 |

Но более объективным показателем является урожайность, выраженная в сухой массе. При этом следует отметить, что наибольшую урожайность обеспечил одновидовой посев, созданный на базе клевера лугового с. Седум – 12,6 т/га с.м. Смешанный посев изучаемых бобовых видов совместно с тимофеевкой луговой существенно превысил урожайность одновидового посева только у сорта клевера лугового Дымковский на 6,1 т/га с.м. В остальных вариантах с другими сортами чистые посева (одновидовые) несущественно отличались от смешанных.

Анализ ботанического состава изучаемых травостоев, созданных на базе перечисленных сортов, показал, что одновидовые посева характеризовались высоким содержанием бобового компонента: от 60 до 95% в первом укосе и от 83 до 91% – во втором укосе. Особенно высоким содержанием бобового компонента выделился сорт клевера лугового Дымковский как в 1-м укосе, так и во 2-м – 91-95%. Два других сорта клевера лугового (Волосовский 86 и Седум) в 1-м укосе заметно уступали 1-му и содержание бобового компонента составляло у них 77-78%, а во 2-м укосе оно достигло, как и у сорта Дымковский, – 90-93% (рис. 1).

Таким образом, более конкурентно мощным сортом проявил себя в одновидовых посевах Дымковский, где доля несеянных видов была наименьшей, в то время как у сортов Волосовский 86 и Седум доля несеянных видов в 1-м укосе, причем наиболее продуктивном, составляла 22-23%.

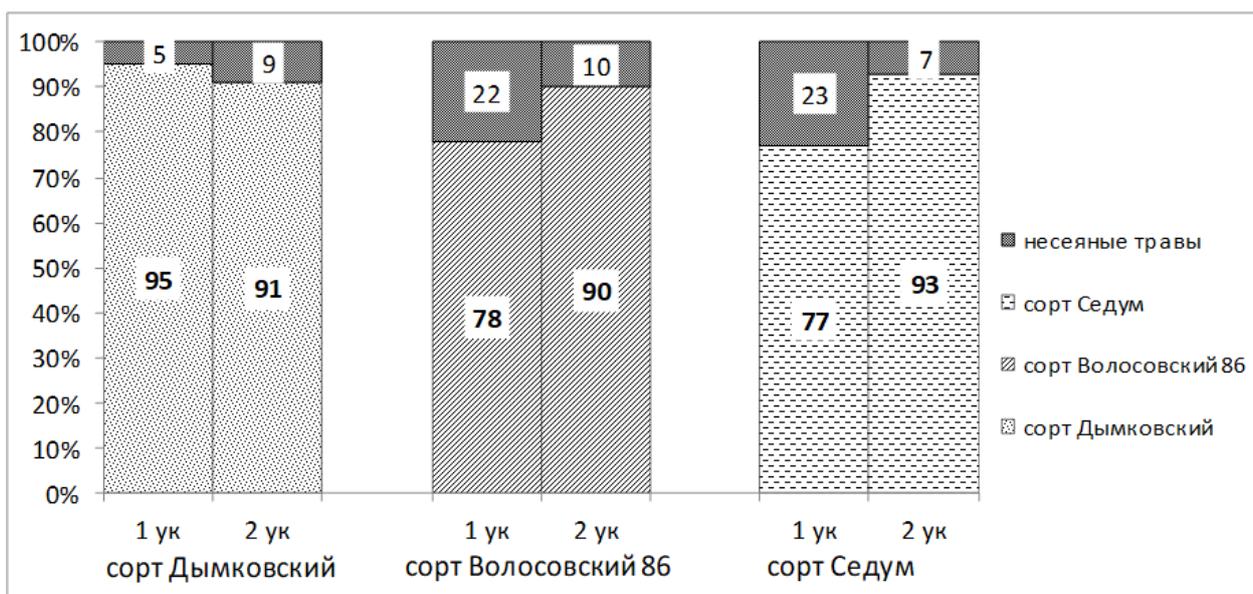


Рис. 1. Содержание бобового компонента в изучаемых одновидовых травостоях, 2019 г.

С учетом содержания бобового компонента хозяйственная урожайность изучаемых травостоев без участия несеяных видов несколько ниже: у сортов Дымковский и Седум – по 11,1–11,4 т/га с.м., а у Волосовского – только 7 т/га (рис.2).

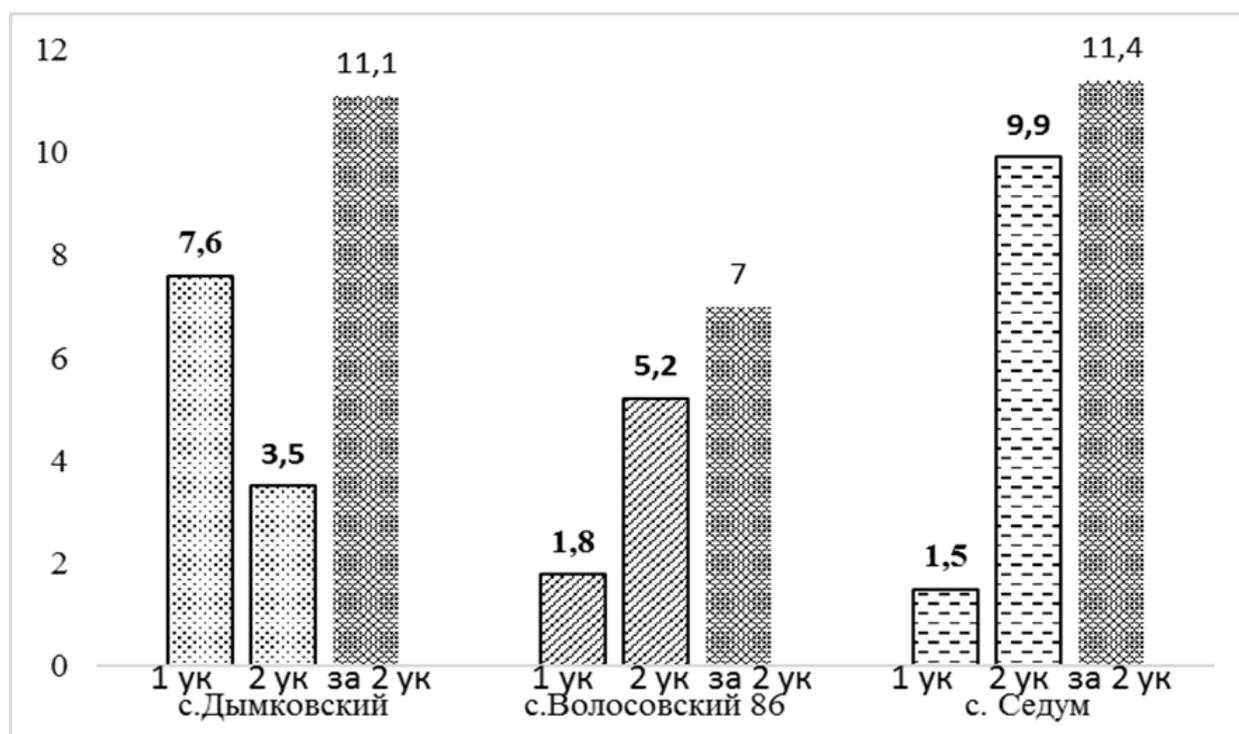


Рис. 2. Хозяйственная урожайность сортов клевера лугового, т/га, 2019 г.

В смешанных травостоях, созданных на основе изучаемого бобового вида и его сортов с добавлением рыхлокустового злака тимофеевки луговой с. Нарымская, содержание бобового компонента в 1-м укосе было существенно ниже запрограммированного, особенно у сортов Волосовский 86 и Седум, где содержание бобового вида составляло лишь 7–10%, а потому травостои этих сортов были сформированы в основном злаковым видом – тимофеевкой луговой на 70–73%. Более высоким содержанием бобового компонента в смешанных травостоях выделился только с. Дымковский клевера лугового – 46% (рис. 3).

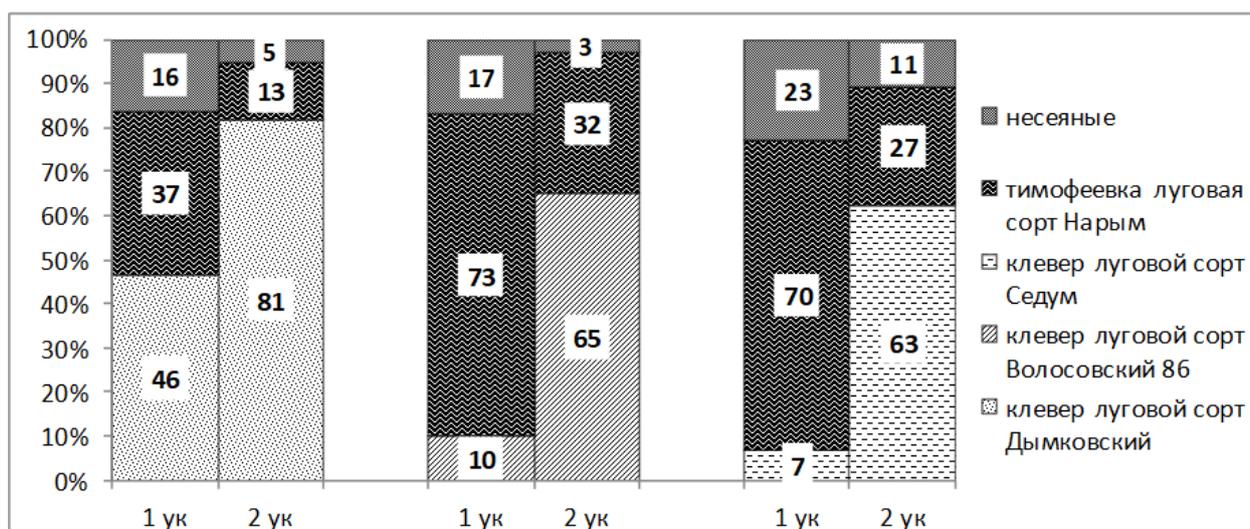


Рис. 3. Содержание бобового компонента в смешанных травостоях, 2019 г.

Во 2-м укосе содержание бобового компонента существенно возросло во всех изучаемых травостоях всех изучаемых сортов, содержание бобового компонента достигло 63–81% (рис. 3).

Хозяйственный урожай смешанных травостоев у сортов Волосовский и Седум составил в сумме за два укоса 8,8 и 8 т/га. При этом содержание бобового компонента и злакового было практически одинаковым: 5,5 и 4,7 – у Волосовского, 3,8 и 4,2 – у Седум (рис.4).

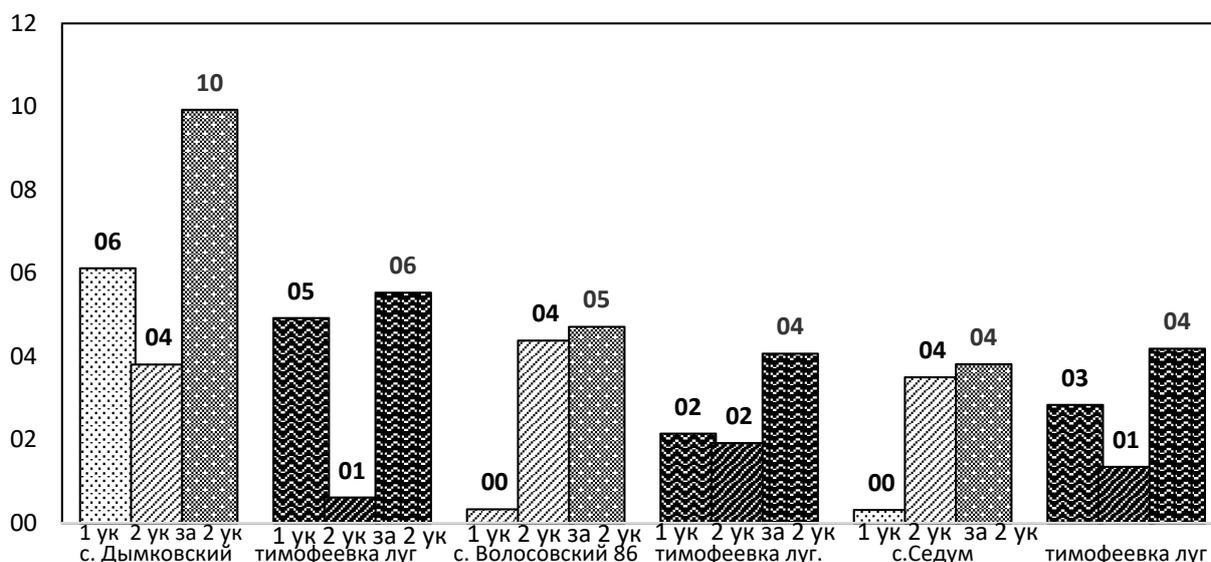


Рис. 4. Хозяйственная урожайность клевера лугового и тимopheевки луговой в травосмесях, т/га, 2019 г.

Зато у сорта Дымковский соотношение бобового и злакового компонентов было явно в пользу клевера: урожай бобового компонента составил 9,9 т/га, а тимopheевки – 5,5.

На основании сравнительной оценки разных сортов клевера лугового установлено, что в первый год пользования наибольший хозяйственный урожай кормовой массы обеспечил сорт Дымковский.

Одной из основных проблем при создании семенных травостоев многолетних трав является конструирование неполегающих или слабополегающих агрофитоценозов с равномерным размещением оптимального количества растений по площади, чистыми от сорняков, выровненными по цветению.

По мнению Тумасовой и др. (2015), травостой считается нормальным, если густота стояния растений составляет 80-100 шт./м², стеблей – 300-500, головок – 600-900 шт./м². Как показывают данные таблицы 3, количество стеблей в нашем случае в год сбора семян клевера лугового на разных сортах по повторностям варьировало в среднем от 227 до 556 шт./м².

Таблица 3. Количество побегов клевера лугового, шт./м² (09.07.2019 г.)

| Сорт | 1 повторность | 2 повторность | 3 повторность | Среднее |
|----------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| Волосовский 86 | 248 | 152 | 280 | 227 |
| Дымковский | 428 | 372 | 268 | 356 |
| Седум | 316 | 344 | 440 | 367 |

Наибольшее количество побегов наблюдали на среднеспелых сортах: Дымковский – 356 и Седум – 367 шт./м².

Выровненность посевов по высоте побегов имеет важную роль как при созревании семян, так и при уборке трав. Чем более выровненный травостой, тем дружнее будет протекать созревание семян в головках.

Таблица 4. Высота растений изучаемых сортов клевера лугового, см (2019 г.)

| Сорт | 26 июня | | 15 августа | |
|----------------|-----------------|---------|-----------------|---------|
| | диапазон высоты | среднее | диапазон высоты | среднее |
| Волосовский 86 | 28,9–42,0 | 35,5 | 66–81 | 75,6 |
| Дымковский | 68,2–73,2 | 68 | 70,5–76,5 | 73,6 |
| Седум | 28,2–37,7 | 33,0 | 56–60 | 57,4 |

Из таблицы 4 видно, что разброс высоты стеблей к 15 августа на сорте Седум был наименьшим из всех изучаемых сортов в пределах 4 см. Данный травостой, предназначенный для получения семян, характеризовался хорошей выровненностью. У сорта Дымковский диапазон высоты стеблей был более расширен до 6 см и варьировал от 70,5 до 76,5 см. Самый большой разброс по высоте наблюдали у позднеспелого сорта Волосовский 86 – 15 см (66-81).

Если оценивать по наиболее благоприятной высоте для уборки клевера лугового прямым комбайнированием, то сорт Седум при средней высоте стеблей 57,4 см имеет явное преимущество перед другими изучаемыми сортами, поскольку он менее всего подвержен полеганию при такой высоте.

Высота стеблей у сорта Дымковский составляла 73,6 см, а у сорта Волосовский 86 – 75,6 см.

Урожайность семян на опытах определяли путем взятия снопов с каждой делянки на определенной площади и в дальнейшем подсчете количества зрелых семян. Данные по урожайности семян разных сортов клевера лугового приведены в таблице 5.

Таблица 5. Урожайность семян сортов клевера лугового, кг/га (2019 г.)

| Сорт | 1 повторность | 2 повторность | 3 повторность | Среднее |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|---------|
| Волосовский 86 | 222 | 228 | 224 | 224 |
| Дымковский | 325 | 300 | 312 | 312 |
| Седум | 387 | 354 | 370 | 370 |
| НСР ₀₅ , кг/га | | | | 24,2 |

Максимальную урожайность семян среди изучаемых сортов клевера лугового обеспечил сорт Седум – 370 кг/га, довольно высокую урожайность продемонстрировал и сорт Дымковский – 312 кг/га, что также достоверно превышает сорт Волосовский 86.

Структура урожая клевера лугового также свидетельствует о преимуществе сорта Седум. Так, общая масса семян в 1 головке у данного сорта была наибольшей – 0,211 г и количество семян было максимальным – 123 шт. по сравнению с другими сортами, масса 1000 семян – 1,72 (табл. 6).

Таблица 6. Некоторые показатели структуры урожая сортов клевера лугового (на 12.09.2019 г.)

| Сорт | Количество зрелых головок на одном побеге | Масса семян в одной головке, г | Количество семян в одной головке | Масса 1000 семян, г |
|----------------|---|--------------------------------|----------------------------------|---------------------|
| Волосовский 86 | 2,8 | 0,197 | 113 | 1,74 |
| Дымковский | 7,0 | 0,107 | 58 | 1,84 |
| Седум | 4.0 | 0,211 | 123 | 1,72, |

Сорт Волосовский 86 по количеству семян в 1 головке и их массе, также по массе 1000 семян имел примерно такие же значения, как и сорт Седум, соответственно, 113 шт., 0,197 г, 1,74 г, но поскольку зрелых головок на одном побеге у него было меньше, то и урожайность семян на единицу площади была меньше.

Выводы. На основании 2 лет изучения разных сортов клевера лугового в условиях Ленинградской области по кормовой продуктивности выделился сорт Дымковский, а по семенной продуктивности – сорт Седум.

Литература

1. Ларетин Н., Антонов В., Алексеев С., Волкова Т. Организационно-экономические основы регионального семеноводства многолетних трав // АПК: экономика и управление. – 2015. – № 8. – С. 65-72.
2. Донских Н.А. Кормопроизводство – актуальные проблемы и перспективы его развития на современном этапе // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 39. – С. 54-58.
3. Кутузова А.А., Тебердиев Д.М., Привалова К.Н. и др. Основные направления развития лугового кормопроизводства в России // Достижение науки и техники АПК. – 2018. – Т.32, №2. – С. 17-20.
4. Концепция стратегического развития семеноводства в РФ. – М., 2018. – URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25596046> (дата обращения: 10.06.2020).
5. Тумасова М.И., Грипась М.Н., Арзамасова Е.Г и др. Перспективная ресурсосберегающая технология производства семян клевера для Северного региона Нечерноземной зоны России: методические рекомендации. – Киров: ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока», 2015. – С. 16.
6. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. – М.: ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса, 1997. – 197 с.
7. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сборник научных материалов /РУП // Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию. – 3-е изд. доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 323с.
8. Переправо Н.И., Золотарев В.Н., Георгиади Н.И. Состояние и перспективы развития клеверосеяния и семеноводства клевера разных видов в России //Адаптивное кормопроизводство. – 2015. – № 1(21). – С. 14-29.
9. Спиридонов А.М. Основные направления совершенствования кормопроизводства: материалы научно-практической конф. – СПб.,2018. – С. 39-42.

Literatura

1. **Laretin N., Antonov V., Alekseev S., Volkova T.** Organizacionno-ekonomicheskie osnovy regional'nogo semenovodstva mnogoletnih trav // APK: ekonomika i upravlenie. – 2015. – № 8. – S. 65-72.
2. **Donskih N.A.** Kormoproizvodstvo – aktual'nye problemy i perspektivy ego razvitiya na sovremennom etape // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – № 39. – S. 54-58.
3. **Kutuzova A.A., Teberdiev D.M., Privalova K.N. i dr.** Osnovnye napravleniya razvitiya lugovogo kormoproizvodstva v Rossii // Dostizhenie nauki i tekhniki APK. – 2018. – T.32, №2. – S. 17-20.
4. **Koncepciya strategicheskogo razvitiya semenovodstva v RF.** – M., 2018. – URL: <http://elibrary.ru/item.asp?id=25596046> (data obrashcheniya:10.06.2020).
5. **Tumasova M.I., Gripas' M.N., Arzamasova E.G i dr.** Perspektivnaya resursoberegayushchaya tekhnologiya proizvodstva semyan klevera dlya Severnogo regiona Nechernozemnoj zony Rossii: metodicheskie rekomendacii. – Kirov: FGBNU «NIISKH Severo-Vostoka», 2015. – S. 16.
6. **Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevyh opytov s kormovymi kul'turami.** – M.: VNI kormov im. V.R. Vil'yamsa, 1997. – 197 s.
7. **Sovremennye resursoberegayushchie tekhnologii** proizvodstva rastenievodcheskoj produkcii v Belarusi: sbornik nauchnyh materialov /RUP // Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po zemledeliyu. – 3-e izd. dop. i pererab. – Minsk: IVC Minfina, 2017. – 323s.
8. **Perepravo N.I., Zolotarev V.N., Georgiadi N.I.** Sostoyanie i perspektivy razvitiya kleveroseyaniya i semenovodstva klevera raznyh vidov v Rossii //Adaptivnoe kormoproizvodstvo. – 2015. – № 1(21). – S. 14-29.
9. **Spiridonov A.M.** Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya kormoproizvodstva: materialy nauchno-prakticheskoy konf. – SPb.,2018. – S. 39-42.

УДК 631.17

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13016

Доктор с.-х. наук **А.М. СПИРИДОНОВ**
 (ФГБОУ ВО СПбГАУ, anatolij-spiridonov@yandex.ru)
 Канд. с.-х. наук **А.М. МАЗИН**
 (НФЦ любных культур, a.mazin.psk@fncl.ru)

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ И СИНЕЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Люцерна изменчивая *Medicago varia* L. – растение семейства бобовые (мотыльковые) – Fabaceae (Leguminosae). Изучением этого вида занимались многие учёные: А.А. Гроссгейм, И.Т. Васильченко, Е.Н. Синская, П.А. Лубенец, О.Х. Хасанов и другие. Люцерна посевная введена в культуру несколько тысячелетий тому назад. Исследования С.С. Шаина (1948) показали, что она впервые (ранее, чем 2500 лет назад) начала культивироваться в Средней Азии, откуда и распространилась потом в другие страны мира. В настоящее время её выращивают более чем в 80 странах всех континентов на площади 33 млн. га. В Европе люцерна возделывается на территории 5 млн. га, что составляет 14,8% её посевов в мире. В России люцерна возделывается на 4,2 млн. га [1].

Люцерна является наиболее распространённой в мире кормовой культурой [1]. Для её возделывания наиболее благоприятны плодородные не кислые почвы средней полосы и юга России. Но в связи с потеплением климата актуальность люцерны расширяется и в других регионах, в частности, на Северо-Западе Нечернозёмной полосы РФ [2]. Многие исследователи отмечают, что расширению ареала возделывания люцерны препятствуют почвенно-климатические условия, не позволяющие полностью раскрыть потенциал продуктивности сортов [2, 3, 4, 5, 6]. В связи с тем, что новые сорта сибирской, уральской и московской селекции обладают повышенной морозо- и зимостойкостью и поэтому

потенциально перспективны для возделывания в условиях Северо-Запада, было решено экспериментально убедиться в возможностях растений различных сортов, проведя полевые опыты в условиях Ленинградской и Псковской областей. Данные регионы относятся к одному федеральному округу, но, как известно, географически различны север и юг региона. Естественно, что имелись при этом так же различия в почвенных характеристиках, условиях обеспеченности влагой, светом и теплом.

Люцерна – теплолюбивое и в то же время морозостойкое растение. Это довольно неприхотливая по отношению к почвенной влаге культура, но тем не менее высокие и устойчивые урожаи она даёт только при достаточной влагообеспеченности. Однако, наряду с высоким водопотреблением, люцерна обладает и хорошей засухоустойчивостью, что связывают с её высокой водоудерживающей способностью. Но следует отметить, что при резкой засухе люцерна приостанавливается в росте.

Люцерна изменчивая легче всего переносит засуху на второй и третий годы жизни. Растения люцерны отличаются исключительно высокой восстановительной способностью. Хорошо развитая проводящая система и наличие других приспособительных реакций позволяют растениям противодействовать обезвоживанию и быстро восстанавливать тургор, даже если они лишились 35 – 40% воды. Разные сорта люцерны изменчивой обладают неодинаковой засухоустойчивостью. Так, сорта, выведенные и возделываемые в Нечерноземье, менее устойчивы к засухе, чем сорта, выведенные и возделываемые в Средней Азии, Казахстане, на юге Украины, Западной и Восточной Сибири [6].

В Германии (ГДР) R. Geisenheiner (1974), анализируя продуктивность люцерны в зависимости от количества выпадающих осадков на протяжении 43 лет, установил, что осадки в период вегетации обеспечивают увеличение урожая первого укоса на 37%, второго и третьего укосов – на 67%. Zhang L., Dawes W.R. и др. (1999) выявили, что люцерна предпочитает использовать воду «свежих» дождей и поливной воды вблизи поверхности почвы, а за счёт грунтовых вод потребляет менее 20% [1].

В последние годы в мире наметилась тенденция в расширении площади возделывания люцерны изменчивой, что связано с созданием высокоурожайных сортов и разработкой новых эффективных технологий заготовки и использования люцернового корма с высоким содержанием лизина и возрастающей ролью люцерны как предшественника в связи с экологической напряжённостью и необходимостью рационального применения удобрений.

Цель исследования – изучить потенциал продуктивности растений люцерны различного селекционного происхождения и районирования в эколого-географических условиях Северо-Запада РФ с целью разработки рекомендаций по перспективному использованию данных сортов в кормовых травостоях укосного использования. Полевые опыты по изучению продуктивности растений люцерны проводили в разное время: сначала в условиях Ленинградской области (2013-2017 гг.), затем в условиях Псковской области (с 2015 г. по настоящее время).

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования проводили в условиях полевых опытов на опытном поле Санкт-Петербургского государственного аграрного университета в г. Пушкин и лаборатории агротехнологий НИИ лубяных культур в Псковском НИИСХ (п. Родина Псковской области). Изучали более 20 сортов люцерны изменчивой и синей отечественной и зарубежной селекции: Северная Гибридная 69, Надежда, Находка, Вега 87, Луговая 67, Пастбищная 88, Соната, Селена, Благодать, Александра – сорта селекции ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса и Московской селекционной станции, Флора 7 селекции Омского аграрного научного центра и ФИЦ «Институт цитологии и генетики Сибирского отделения РАН», сорта Сарга и Виктория селекции Уральского НИИСХ, сорта Бибинур, Вегас, Альгунара селекции ФГБНУ «Уфимский ФИЦ РАН». Кроме того, в опытах были использованы районированные сорта иностранной селекции: итальянский сорт Галакси, немецкие сорта Гибрифорс 2400, Мадалина и Планет, французский сорт Люзелль и другие. Сорта экологически, фитоценотически, эдафически и агрономически индивидуальны [3].

Задача опыта – выявить, насколько успешно в условиях Северо-Запада российского Нечерноземья они могут реализовать генетический потенциал продуктивности и обеспечить заявленную оригинаторами сортов продуктивность. Контролем в опыте послужили сорта Вега 87 и Галакси, а в условиях Ленинградской области – районированный с 70-х годов сорт Северная Гибридная 69. Наблюдения и измерения за динамикой роста и развития растений на опыте – общепринятые в луговодстве и кормопроизводстве и осуществлялись по методике ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса (1987). Площадь опытной делянки составляла в разных опытах от 8 до 24 м², повторность – трёхкратная, размещение вариантов – рендомизированное.

Почва опытного участка СПбГАУ – дерново-карбонатная среднесуглинистая. Рельеф поля выровненный, гумусовый горизонт мощностью до 30-40 см. Тип водного режима – промывной. Содержание гумуса в почве 2,7-3,2%, подвижных форм фосфора очень высокое – 392,3-423,3, обменного калия высокое – 188,0-266,3 мг на 1 кг почвы, реакция почвенного раствора слабокислая (рНкс 1–5,5-5,8), почва хорошо насыщена основаниями (87%). Почвы на опытах Псковской области также хорошо окультуренные и по агрохимическим характеристикам в основном пригодны для получения высоких урожаев люцерны.

Результаты исследований. Продуктивность растений люцерны определяется, прежде всего, потенциалом сорта и условиями для реализации этого потенциала.

Характеризуя потенциал сорта, оригинаторы уточняют, что максимальной продуктивности растения люцерны могут достигать только при оптимальных условиях среды, когда за вегетационный период выпадает не более 250 мм осадков и большая их часть приходится на период от отрастания до цветения. Количество дней без осадков должно быть не менее 60%, гидротермический коэффициент 0,6-1,0; среднесуточная температура воздуха в фазе цветения около +21-22°C и в фазе плодообразования +19-20°C, относительная влажность воздуха – не более 70%. Такой оптимум условий на Северо-Западе России складывается далеко не всегда. Чаще всего за вегетационный период люцерны выпадает как раз около 250 мм осадков, причём 50% этого количества приходится на август и сентябрь, когда растения люцерны находятся в основном в фазе обсеменения и созревания плодов. Укосное использование травостоев люцерны происходит в более ранние фазы развития (бутонизации – начала цветения). В годы проведения исследований сочетание температурного и влажностного режимов условий произрастания травостоев люцерны изменчивой и синей были в основном благоприятны для формирования урожая.

Оценивая травостой люцерны изменчивой по продуктивности зеленой (зм) и сухой массы (см), можно в основном определить важнейший критерий хозяйственной характеристики сорта, его способность давать кормовое сырьё, отчуждаемое (скашиваемое) в определённые фазы развития растений. С тем, чтобы получить наиболее питательные корма из скашиваемых растений, необходимо устанавливать оптимально ранние фазы развития, потому как известно, что максимальное количество питательных веществ в растениях наблюдается в фазы ветвления – начала бутонизации бобовых растений и наступления цветения. В опытах повсеместно травостой скашивались трехкратно за сезон, причем при каждом укосе наблюдалась фаза бутонизации (у люцерны фаза образования «барашков» – соцветий).

В таблице 1 приведены данные о продуктивности сухой массы травостоев различных сортов люцерны в условиях Ленинградской области.

Приведённые данные свидетельствуют о высоком потенциале продуктивности растений люцерны: урожайность сухой массы в сумме за три укоса колебалась от 8,8 до 9,3 т с 1 гектара в первый год пользования травостоями и до 10,0 – 12,5 т см/га в последующие годы. Причём все изучаемые сорта превышали по продуктивности стандартный сорт Северная Гибридная 69 на 0,1-0,5 т см/га в первый год пользования и до 2,5 т см/га в последующие годы.

Таблица 1. Влияние сортового разнообразия на продуктивность растений люцерны изменчивой, опытное поле СПбГАУ, Ленинградская обл. (2014-2017 гг.), т см/га

| Сорт | Сумма 3-х укосов 2014 г. | В среднем 2015-2017 гг. | | | В сумме за 3 укоса | Отклонения от стандарта |
|----------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------|--------|--------------------|-------------------------|
| | | 1 укос | 2 укос | 3 укос | | |
| Северная Гибридная 69 (контроль) | 8,8 | 5,7 | 2,9 | 1,4 | 10,0 | — |
| Вега 87 | 9,1 | 5,9 | 3,0 | 1,5 | 11,4 | 0,3/1,4 |
| Пастбищная 88 | 9,3 | 5,8 | 3,9 | 2,8 | 12,5 | 0,5/2,5 |
| Надежда | 9,0 | 5,7 | 3,8 | 2,4 | 11,9 | 0,2/1,9 |
| Находка | 9,2 | 6,0 | 3,6 | 2,4 | 12,0 | 0,4/2,0 |
| Флора 7 | 8,9 | 6,1 | 3,5 | 2,5 | 12,1 | 0,1/2,1 |
| Сарга | 8,8 | 5,4 | 3,4 | 2,5 | 11,3 | 0/1,3 |

Наиболее продуктивны травостои сортов Пастбищная 88, Находка и Флора 7, урожайность сухой массы которых за три укоса составляла 12 т/га и выше. Характеризуя равномерность поступления урожая по укосам, необходимо отметить типичное для люцерны явление: первый укос по урожайности составлял более половины суммарного урожая, а второй и третий укосы составляли, соответственно, 30-33% и 13-15% суммарного за сезон урожая. Продуктивность травостоев люцерны как долголетнего бобового растения закономерно растёт от года в год по мере использования и достигает максимума на 3-й и 4-й годы (соответственно 4 и 5 год жизни растений).

В условиях Псковской области нами изучено большее сортовое разнообразие люцерны изменчивой и синей. Этот регион наиболее пригоден для широкого использования люцерны в силу природно-климатических особенностей, он находится в южной части и характеризуется более тёплым летом, что очень важно для теплолюбивой люцерны.

Данные о продуктивности зелёной массы изучаемых сортов люцерны изменчивой приведены в таблице 2.

В условиях региона в опытах в качестве стандартного сорта использовали районированный сорт Вега 87. Среди изучаемых сортов установлены большие различия по продуктивности. Так, сорта московской селекции Луговая 67, Пастбищная 88, Селена превышали по продуктивности стандартный сорт на 4,6-8,1 т/га на третий год пользования травостоями (2018 г.) Часть сортов показали более низкую урожайность зелёной массы (Бибинур, Соната, Крима) и уступали стандарту на 0,3-1,4 т/га. К четвертому году пользования (2019 г.) продуктивность стандартного сорта Вега 87 значительно выросла (до 51,4 т зелёной массы с гектара).

Таблица 2. Урожайность зелёной массы люцерны изменчивой 2015 года посева, т/га, Псковская обл.

| Сорт | Сумма трех укосов, 2018 г. | Отклонение от стандарта | 2019 г. | | | Сумма укосов | Отклонение от стандарта |
|--------------------|----------------------------|-------------------------|---------|--------|--------|--------------|-------------------------|
| | | | 1 укос | 2 укос | 3 укос | | |
| Вега 87 (стандарт) | 43,8 | - | 28,5 | 13,4 | 9,5 | 51,4 | - |
| Луговая 67 | 48,3 | +4,6 | 25,5 | 12,9 | 9,0 | 47,4 | -4,0 |
| Пастбищная 88 | 50,1 | +6,3 | 28,0 | 13,4 | 8,5 | 49,9 | -1,5 |
| Соната | 42,8 | -1,0 | 26,7 | 12,4 | 8,9 | 48,0 | -3,4 |
| Селена | 51,9 | +8,1 | 31,2 | 16,9 | 11,6 | 59,7 | +8,3 |
| Бибинур | 42,4 | -1,4 | 15,1 | 8,7 | 4,6 | 28,4 | -23,0 |
| Сарга | 45,2 | +1,4 | 27,2 | 15,1 | 8,2 | 50,5 | -0,9 |
| Крима | 43,5 | -0,3 | 13,7 | 8,1 | 3,0 | 24,8 | -26,6 |

При этом превышение стандарта по продуктивности показал лишь сорт Соната (597 т/га), все остальные изучаемые сорта были менее урожайны, их продуктивность оказалась на 0,9-23,0 т зеленой массы ниже, чем Вега 87. Распределение сезонного суммарного урожая идентично нашему первому опыту: до половины суммарного урожая приходилось на первый укос, второй и третий укосы – соответственно 30-33% и 12-17%.

Наблюдения на опытах закладки 2018 года показали (табл.3), что в первый год жизни растения люцерны при раннем посеве дают два полноценных укоса. Урожайность зеленой массы при этом достигает 22,0-33,0 тонн с 1 гектара. При этом большинство изучаемых сортов превысили по продуктивности стандартный сорт Вега 87 на 1,88-10 т/га. Наиболее урожайными были новые сорта московской селекции Александра, Селена, Пастбищная 88 и сорт уфимской селекции Вегас, превышавшие стандарт на 7,0-10,0 т/га. Учёты урожая люцерны в 2019 году показали значительные различия в наращивании продуктивности на второй год жизни растений (первый год пользования травостоями). Динамично росли и развивались травостои сортов Александра, Благодать и Селена, урожайность зеленой массы за 3 укоса составляла, соответственно, 54,7; 53,2 и 50,5 т/га, что превышало стандарт на 16,1-20,3 т/га.

Динамика сезонного развития трав подтвердила установленную ранее тенденцию: до половины суммарного урожая получено в первом укосе, а во второй и третий, соответственно, ниже.

Таблица 3. Урожайность зеленой массы люцерны изменчивой 2018 года посева, т/га, Псковская обл.

| Сорт | Сумма двух укосов, 2018 г. | Отклонение от стандарта | 2019 г. | | | Сумма укосов | Отклонение от стандарта |
|--------------------|----------------------------|-------------------------|---------|--------|--------|--------------|-------------------------|
| | | | 1 укос | 2 укос | 3 укос | | |
| Вега 87 (стандарт) | 22,99 | - | 17,2 | 11,0 | 6,2 | 34,4 | - |
| Луговая 67 | 28,62 | +5,63 | 22,7 | 14,6 | 8,4 | 45,7 | +11,3 |
| Пастбищная 88 | 31,00 | +8,01 | 21,6 | 13,4 | 7,7 | 42,7 | +8,4 |
| Соната | 26,49 | +3,50 | 16,6 | 10,5 | 7,4 | 34,5 | +0,1 |
| Селена | 30,24 | +7,25 | 26,4 | 14,7 | 9,4 | 50,5 | +16,1 |
| Бибинур | 22,00 | -0,99 | 23,2 | 12,4 | 6,6 | 42,2 | +7,8 |
| Сарга | 24,24 | +1,25 | 15,2 | 15,3 | 7,7 | 38,2 | +3,8 |
| Благодать | 26,00 | +3,01 | 26,5 | 16,5 | 10,2 | 53,2 | +18,8 |
| Виктория | 24,87 | +1,88 | 23,7 | 15,0 | 7,6 | 46,3 | +11,9 |
| Александра | 33,00 | +10,01 | 27,6 | 16,9 | 10,2 | 54,7 | +20,3 |
| Вегас | 29,99 | +7,00 | 13,7 | 12,9 | 4,5 | 31,1 | -3,3 |

Таблица 4. Урожайность зеленой массы люцерны синей 2018 года посева, т/га, Псковская обл.

| Сорт | Сумма двух укосов, 2018 г. | Отклонение от стандарта | 2019 г. | | | Сумма укосов | Отклонение от стандарта |
|--------------------|----------------------------|-------------------------|---------|--------|--------|--------------|-------------------------|
| | | | 1 укос | 2 укос | 3 укос | | |
| Галакси (стандарт) | 22,7 | — | 16,2 | 10,7 | 5,9 | 32,8 | — |
| Гибрифорс 2400 | 26,5 | +3,8 | 23,2 | 21,2 | 13,4 | 57,8 | +25,0 |
| Планет | 21,9 | -0,8 | 15,9 | 11,4 | 5,9 | 33,2 | +0,4 |
| Люзель | 27,4 | +4,7 | 19,4 | 12,5 | 7,9 | 39,8 | +7,0 |
| Фравер | 28,5 | +5,8 | 22,0 | 12,6 | 7,5 | 42,1 | +9,3 |
| Мадалина | 24,5 | +1,8 | 19,4 | 15,7 | 8,5 | 43,6 | +10,8 |
| Тимбель | 27,0 | +4,3 | 22,5 | 11,6 | 8,0 | 42,1 | +9,3 |
| Плато | 25,7 | +3,0 | 20,1 | 14,9 | 10,5 | 45,5 | +12,7 |
| Радиус | 25,9 | +3,2 | 20,6 | 18,2 | 8,2 | 47,0 | +14,2 |
| Алгульнара | 26,0 | +3,3 | 15,2 | 14,6 | 9,4 | 39,2 | +6,4 |

Кроме сортов люцерны изменчивой, в опыте использовано 10 сортов люцерны синей. Данные, приведённые в таблице 4, показывают, что сорта иностранной селекции в условиях Псковской области способны в полной мере реализовывать свой генетический потенциал и формируют высокий урожай зелёной массы.

На второй год жизни растений в сумме за три укоса получено максимально (57,8 т) зеленой массы с гектара по немецкому сорту Гибрифорс 2400, что выше стандартного сорта по синей люцерне Галакси. Высокой продуктивностью в этом опыте характеризовались также сорта Мадалина, Фравер, Плато, Радиус, превышавшие стандарт на 9,3-14,2 т/га.

Выводы. В условиях Северо-Запада России люцерна изменчивая и синяя способны формировать высокопродуктивные травостои. Трёхукосное использование таких травостоев позволяет получать до 60 т зеленой массы с 1 гектара, что равноценно урожайности в 12-12,5 тонны сухой массы. При этом скашивание растений происходит в оптимально ранние фазы развития, что позволяет получать корма, насыщенные питательными веществами и энергией. Природно-климатические условия Северо-Запада РФ, особенно Псковской области, позволяют реализовать генетический потенциал продуктивности районированных отечественных и иностранных сортов, а также новых и перспективных сортов. В широких производственных условиях рекомендуется преимущественно использовать для возделывания сорта люцерны изменчивой, выведенные и размноженные в сходных природно-климатических условиях, в частности, сорта московской, уральской и сибирской селекции.

Литература

1. **Спиридонов А.М.** Многолетние бобовые травы в земледелии и кормопроизводстве Северо-Запада России: монография. – СПб, 2013. – 180 с.
2. **Лазарев Н.Н., Садовский А.Н., Потапов А.А.** Урожайность сортов люцерны (*MEDICAGO L.*) на дерново-подзолистой почве в Московской области // Кормопроизводство. – 2012. – №11. – С. 23-24.
3. **Писковацкий Ю.М.** Люцерна для многовидовых агрофитоценозов // Кормопроизводство. – 2012. – №11. – С. 25-26.
4. **Спиридонов А.М.** Роль сорта люцерны изменчивой и клевера лугового в кормопроизводстве Северо-Запада России: сборник статей международной научно-практической конференции «Научная мысль 21 века: Результаты фундаментальных и прикладных исследований» / НИЦ «Поволжская научная корпорация». – 2018. – С. 186-188.
5. **Спиридонов А.М.** Современные аспекты кормопроизводства: учебное пособие. – СПб, Проспект Науки, 2019. – 144 с.
6. **Шамсутдинов З.Ш., Писковацкий Ю.М., Новосёлов М.Ю.** и др. Достижения, приоритетные направления и задачи селекции и семеноводства кормовых культур//Кормопроизводство. – 2016. – №8. – С. 29-33.

Literatura

1. **Spiridonov A.M.** Mnogoletnie bobovye travy v zemledelii i kormoproizvodstve Severo-Zapada Rossii: monografiya. – SPb, 2013. – 180 s.
2. **Lazarev N.N., Sadovskij A.N., Potapov A.A.** Urozhajnost' sortov lyucerny (*MEDICAGO L.*) na dernovo-podzolistoj pochve v Moskovskoj oblasti // Kormoproizvodstvo. – 2012. – №11. – S. 23-24.
3. **Piskovackij YU.M.** Lyucerna dlya mnogovidovyh agrofytocenzov // Kormoproizvodstvo. – 2012. – №11. – S. 25-26.
4. **Spiridonov A.M.** Rol' sorta lyucerny izmenchivoj i klevera lugovogo v kormoproizvodstve Severo-Zapada Rossii: sbornik statej mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Nauchnaya mysl' 21 veka: Rezul'taty fundamental'nyh i prikladnyh issledovanij» / NIC «Povolzhskaya nauchnaya korporaciya». – 2018. – S. 186-188.

5. **Spiridonov A.M.** *Sovremennye aspekty kormoproizvodstva: uchebnoe posobie.* – SPb, Prospekt Nauki, 2019. – 144 s.
6. **SHamsutdinov Z.SH., Piskovackij YU.M., Novosyolov M.YU. i dr.** *Dostizheniya, prioritetye napravleniya i zadachi selekcii i semenovodstva kormovyh kul'tur//Kormoproizvodstvo.* – 2016. – №8. – S. 29-33.

УДК 633.321:631.8

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13022

Науч. сотрудник **Г.В. ПОПОВА**
(Костромской НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха»,
kniish.dir@mail.ru)
Ст. науч. сотрудник **В.М. ПЕРЬКОВ**
(Костромской НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля им. А.Г. Лорха»,
kniish.dir@mail.ru)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДКОРМКИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Развитие животноводства всегда было тесно связано с развитием кормопроизводства, получением дешевых кормов высокого качества. Увеличение урожайности культур и снижение себестоимости продукции при сохранении высокого качества корма – одна из главных задач современного кормопроизводства. Основным направлением при решении этой задачи является подбор оптимальных доз минеральных удобрений и способов их применения при выращивании кормовых культур [1, 2, 3, 4, 5].

В последние годы достаточно популярным стало использование некорневых обработок растений водными растворами комплексных удобрений. Препарат Аквамикс, продукт Буйского химического завода, является перспективным и заслуживающим внимания комплексом концентрированных водорастворимых микроэлементов в виде хелатов. В его состав входят Fe, Mn, Zn, Cu, а также Mo и В. Препарат подразделяется на марки: Аквамикс-Т – для предпосевной обработки семян и Аквамикс-ТВ – для некорневых подкормок в период вегетации. В этом случае преимуществами удобрения являются низкая доза применения (150 г/га) и возможность совмещения ее с обработкой пестицидами [6, 7, 8].

В Костромской области, по данным за 2018 г., в структуре посевных площадей многолетние травы занимали 69% [9]. Основным компонентом является клевер луговой в смеси со злаковыми многолетними травами, реже – посеянный в чистом виде. Как известно, клевер очень отзывчив на применение микроэлементов (бор, молибден, марганец). Также он является культурой фосфорно-калийного питания, азот необходим растениям в большей степени лишь в начальный период роста и при формировании семян. Доказано, что фосфорные и калийные удобрения значительно увеличивают холодостойкость и урожайность клевера, одновременно улучшая качественный состав зеленой массы. В разных регионах страны приоритет нужно отдавать местным культурам и сортам, которые наилучшим образом приспособлены к данным природным условиям [10, 2].

К невозможности проведения всех необходимых агротехнических мероприятий на посевах многолетних трав в Костромской области привело сложное экономическое положение сельскохозяйственных предприятий. Поэтому разработка экономичных приемов, элементов традиционных технологий, позволяющих получать высокие и устойчивые урожаи клевера, является важной и актуальной задачей кормопроизводства [11,1].

Цель исследования – подбор оптимальных доз удобрений и способов их внесения при выращивании зеленой массы клевера лугового в условиях Костромской области.

Материалы, методы и объекты исследований. Материалом для исследований являлся клевер луговой сорта Солигаличский местный, кряж Костромской области, отлично приспособленный к сложным климатическим условиям произрастания. Это зимостойкий, среднепоздний, одноукосный сорт местной селекции, оригинатором которого является ФГБНУ «Костромской НИИСХ». Урожайность зеленой массы в благоприятные годы может достигать 60–80 т/га.

Исследования проводились в 2018–2019 годах на базе Костромского НИИСХ. Дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы опытного участка характеризовались средним содержанием гумуса, калия, повышенным содержанием фосфора, нейтральной кислотностью почвы. Общая площадь под опытом составила 400 м², повторность трехкратная, площадь одной делянки – 10 м². Посев был проведен 25 мая рядовым способом беспорочно, норма высева с учетом посевной годности – 15 кг/га (Попова Г.В., Перьков В.М., 2019).

Схема опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1. Схема опыта

| Номер варианта | Год жизни клевера | |
|----------------|-------------------|---|
| | I год, фон | II год |
| 1 | Контроль | Контроль |
| 2 | | Аквамикс-ТВ |
| 3 | | Аквамикс-ТВ + P ₃₀ K ₃₀ |
| 4 | | P ₃₀ K ₃₀ |
| 5 | | N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀ |
| 6 | Аквамикс-Т | Контроль |
| 7 | | Аквамикс-ТВ |
| 8 | | Аквамикс-ТВ + P ₃₀ K ₃₀ |
| 9 | | P ₃₀ K ₃₀ |
| 10 | | N ₃₀ P ₄₅ K ₉₀ |

Для испытания были выбраны два фона. Первый фон – контрольный, без предпосевной обработки, второй фон – с предпосевной обработкой семян препаратом Аквамикс-Т. В качестве испытуемых вариантов весной второго года жизни использовались подкормки растений водорастворимым комплексом Аквамикс-ТВ, минеральным удобрением в дозах P₃₀K₃₀ и N₃₀P₄₅K₉₀, а также доза P₃₀K₃₀ в сочетании с Аквамикс-ТВ. Применяемые удобрения – аммиачная селитра, суперфосфат двойной и сульфат калия. Контролем служили варианты без применения удобрений по обоим фонам. Основной задачей исследований являлась зависимость урожайности и качества зеленой массы клевера от вида и дозы применяемых подкормок.

Качество корма определялось по следующим показателям:

- содержание сухого вещества в зеленой массе клевера;
- содержание обменной энергии, сырого протеина, кормовых единиц и сырой клетчатки в 1 кг зеленой массы;
- питательная продуктивность зеленого корма.

Результаты исследований. Зимний период 2018–2019 гг. был благоприятный для перезимовки клевера 1-го года жизни. Зимостойкость растений по фону Аквамикс-Т была в среднем 92%, что на 18% выше, чем по контрольному фону (74%). Погодные условия вегетационного периода 2019 года были неоднородными (Попова Г.В., Перьков В.М., 2019). В мае выпало достаточное количество осадков, что благоприятно сказалось на отрастании клевера. Но последующий засушливый период начала и середины июня совпал с фазой стеблевания растений. ГТК был практически равен нулю. Это фаза активного роста, и отсутствие влаги сильно отразилось на формировании урожая зеленой массы. Дальнейшие

сильные и продолжительные дожди, с достаточно низкой для июля температурой (ГТК=2,5–3,0), не смогли повлиять на восстановление потенциальной урожайности клевера. В фазу бутонизации были взяты образцы зеленой массы клевера для определения урожайности и качества кормовой массы. Данные по урожайности представлены в таблице 2.

Таблица 2. Урожайность зеленой массы и сухого вещества клевера

| Номер варианта | Урожайность зеленой массы, т/га | Массовая доля сухого вещества, % | Сбор сухого вещества, т/га |
|--------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------|
| 1 | 10,8 | 21,2 | 2,3 |
| 2 | 17,6 | 28,8 | 5,0 |
| 3 | 18,0 | 25,4 | 4,6 |
| 4 | 20,4 | 26,0 | 5,3 |
| 5 | 19,2 | 26,0 | 5,0 |
| Среднее | 17,2 | 25,4 | 4,4 |
| 6 | 12,0 | 21,5 | 2,6 |
| 7 | 24,8 | 26,5 | 6,6 |
| 8 | 20,8 | 25,8 | 5,4 |
| 9 | 25,2 | 29,2 | 7,3 |
| 10 | 24,4 | 24,4 | 5,9 |
| Среднее | 21,4 | 25,4 | 5,4 |
| НСР _{0,5} | 0,4 | | |

При анализе средних значений видно, что по фону Аквамикс-Т (варианты 6–10) урожайность зеленой массы была больше на 24%, чем по контрольному фону (варианты 1–5). А при одинаковой средней доле сухого вещества (25,4%) общий сбор его с 1 га в вариантах 6–10 был на 23% больше по сравнению с вариантами 1–5. Наибольшая урожайность зеленой массы (25,2 т/га) была получена в варианте 9. Включение в подкормку азота и увеличение доли фосфора и калия до дозы N₃₀P₄₅K₉₀ (варианты 5 и 10) приводят к снижению урожайности зеленой массы на 6 и 3% соответственно, по сравнению с вариантами 4 и 9. В целом по опыту по представленным показателям выделяются варианты 2, 4, 5, 7 и 9.

Содержание питательных веществ является основным показателем качества для зеленой массы кормовых культур. В ходе исследований установлено, что количество удобрений влияет на качественный состав зеленой массы клевера. Данные по основным показателям представлены в таблице 3.

Таблица 3. Питательность зеленой массы клевера

| Номер варианта | Содержание в 1 кг зеленой массы | | | |
|----------------|---------------------------------|---------|------------------|--------------------|
| | К.ед. | ОЭ, МДж | сырой протеин, г | сырая клетчатка, % |
| 1 | 0,17 | 1,06 | 34,1 | 24 |
| 2 | 0,24 | 1,08 | 39,3 | 23 |
| 3 | 0,21 | 1,08 | 38,5 | 23 |
| 4 | 0,22 | 1,10 | 40,1 | 22 |
| 5 | 0,21 | 1,03 | 36,2 | 26 |
| Среднее | 0,21 | 1,07 | 37,6 | 24 |
| 6 | 0,18 | 1,10 | 35,9 | 22 |
| 7 | 0,22 | 1,10 | 41,5 | 22 |
| 8 | 0,21 | 1,14 | 39,4 | 20 |
| 9 | 0,25 | 1,17 | 42,3 | 18 |
| 10 | 0,20 | 1,15 | 40,2 | 19 |
| Среднее | 0,21 | 1,13 | 39,9 | 20 |

Расчет средних значений показал, что в вариантах 6–10 содержание обменной энергии и сырого протеина в зеленой массе больше на 6%, а содержание сырой клетчатки меньше на 4% по сравнению с вариантами 1–5.

Среднее содержание кормовых единиц в зеленой массе по фонам одинаковое, но сравнение данных по контрольным вариантам 1 и 6 выявило, что предпосевная обработка семян способствовала увеличению этого показателя на 6%.

По контрольному фону с лучшими значениями выделяются варианты 2 и 4. Содержание кормовых единиц в них, по сравнению с контрольным вариантом 1, больше на 41 и 29%, обменной энергии – на 2 и 4%, а сырого протеина – на 15 и 17% соответственно. Также снизилось содержание сырой клетчатки на 4 и 8%, что положительно влияет на качество корма.

По фону Аквамикс-Т с лучшими значениями нами выделены варианты 7 и 9. Содержание кормовых единиц в них больше на 22 и 39%, а сырого протеина – на 16 и 18% соответственно, по сравнению с контрольным вариантом 6. Максимальное увеличение содержания обменной энергии отмечено в варианте 9, оно составило 6%. Также в 9-м варианте наибольшее снижение сырой клетчатки в кормовой массе – на 4% по сравнению с контролем.

Важным показателем продуктивности культуры является сбор питательных веществ с единицы площади. Результаты расчетов приведены в таблице 4.

Таблица 4. Сбор питательных веществ с 1 га

| Номер варианта | Показатель | | |
|----------------|---------------------|------------------|-----------------------|
| | кормовые единицы, ц | сырой протеин, ц | обменная энергия, ГДж |
| 1 | 18,3 | 3,7 | 11,4 |
| 2 | 42,2 | 6,9 | 19,0 |
| 3 | 37,8 | 6,9 | 19,4 |
| 4 | 44,9 | 8,2 | 22,4 |
| 5 | 40,3 | 6,9 | 19,7 |
| Среднее | 36,1 | 6,5 | 18,4 |
| 6 | 21,6 | 4,3 | 13,2 |
| 7 | 54,5 | 10,3 | 27,2 |
| 8 | 43,7 | 8,2 | 23,7 |
| 9 | 63,0 | 10,6 | 29,5 |
| 10 | 48,8 | 9,8 | 28,0 |
| Среднее | 46,3 | 8,6 | 24,3 |

Данные таблицы 4 показывают, что в вариантах 6–10 сбор кормовых единиц с 1 га в среднем больше на 28%, сырого протеина и обменной энергии – на 32%, чем в вариантах 1–5 соответственно. С лучшими показателями снова выделяются варианты 2, 4, 7 и 9.

Таким образом, по результатам исследований видно, что наиболее эффективной по обоим фонам является некорневая подкормка комплексом Аквамикс-ТВ (варианты 2 и 7), а также подкормка минеральными удобрениями в дозе P₃₀K₃₀ (варианты 4 и 9).

При этом в варианте 7 урожайность зеленой массы была больше, чем в аналогичном варианте 2, на 40%, содержание обменной энергии больше на 2%, сырого протеина – на 6%. В то же время в варианте 2 содержание сухого вещества было больше на 2%, а кормовых единиц – на 9%, чем в варианте 7.

В варианте 9, по сравнению с аналогичным вариантом 4, урожайность зеленой массы была больше на 24%, содержание обменной энергии на 6%, сырого протеина на 5%, сухого вещества на 12% и кормовых единиц – на 14%.

Мы можем предположить, что предпосевная обработка семян комплексом Аквамикс-Т значительно повышает урожайность зеленой массы и ее качественный состав, также растет эффективность применения минеральных удобрений, но при этом избыток микроэлементов может отрицательно сказаться на некоторых показателях качества корма.

Согласно полученным данным, наименьшее влияние на улучшение качества кормовой массы наблюдалось в варианте 5. Это применение заявленной дозы НРК в качестве весенней подкормки клевера по контрольному фону.

Выводы. Наиболее эффективным способом по увеличению урожайности зеленой массы клевера и повышению ее качества в условиях Костромской области является подкормка растений низкой дозой (Р₃₀К₃₀) фосфорно-калийных удобрений в начале 2-го года жизни с предпосевной обработкой семян комплексом Аквамикс-Т (вариант 9). Это сочетание способствовало:

- повышению урожайности зеленой массы клевера на 133%;
- увеличению в зеленой массе доли сухого вещества на 38%;
- увеличению содержания в зеленой массе кормовых единиц на 47%, обменной энергии – на 10%, сырого протеина – на 24%;
- снижению содержания сырой клетчатки на 6%, по сравнению с контрольным вариантом 1.

Также выявлено, что внесение полной дозы минеральных удобрений под клевер без предпосевной обработки семян нецелесообразно, так как растения неспособны использовать дополнительную дозу основных элементов питания без доступных микроэлементов.

Литература

1. **Пудря Ф.Ф.** Состояние и перспективы развития кормопроизводства в Костромской области // Проблемы и перспективы развития отрасли кормопроизводства в Северо-Восточном регионе Европейской части России: сборник материалов научно-практической конференции (г. Кострома, 20-21 июня 2006 г.). – Кострома, 2006. – С. 27-29.
2. **Современное состояние полевого кормопроизводства и пути его совершенствования.** – URL: <http://www.vizlit.ru>. (дата обращения: 10.06.2020).
3. **Лапа В.В., Ивахненко Н.Н., Ломонос М.М., Шумак С.М., Бачище А.А., Грачева А.А.** Продуктивность и качество клевера лугового при возделывании на дерново-подзолистой супесчаной почве // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2(47). – С.78-87.
4. **Лыскова И.В., Макарова Я.В.** Эффективность действия и последствие фосфорных удобрений на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве при различной степени кислотности // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2011. – №5(24). – С. 33-37.
5. **Абашев В.Д., Светлакова Е.В.** Влияние минеральных удобрений на урожайность культур зернотравяного севооборота // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2015. – №2(45). – С. 37-43.
6. **Аквамикс – концентрированное микроудобрение.** – URL: <http://www.bhz.ru> (дата обращения: 10.06.2020). («Буйский химический завод», официальный сайт).
7. **Солоницкий В.Н.** Оптимизация питания сельскохозяйственных культур на основе применения некорневых подкормок специальными удобрениями. – Буй, 2006. – 24 с.
8. **Солоницкий В.Н.** Практические аспекты применения удобрения «Акварин» для некорневых подкормок // Оптимизация питания растений как фактор повышения урожайности и качества сельскохозяйственной продукции: сборник материалов семинара. – Краснодар, 2005. – С. 10-12.
9. **Гвазава Д.Г., Хомутова Л.А., Исаева Л.М.** Основные направления совершенствования кормопроизводства // Вестник АПК Верхневолжья. – 2019. – № 3(47). – С. 61-64.
10. **Урожайность и качество урожая клевера лугового в зависимости от условий питания.** – URL: <http://www.neznaniya.net> (дата обращения: 10.06.2020).
11. **Штрауб А.А.** Приемы сортовой агротехники раннеспелого клевера лугового в лесостепи Западной Сибири: автореф. дис... к.с.-х.н.: 06.01.09. – Новосибирск, 2009. – 148 с.

Literatura

1. **Puzdrya F.F.** Sostoyanie i perspektivy razvitiya kormoproizvodstva v Kostromskoj oblasti // Problemy i perspektivy razvitiya otrasli kormoproizvodstva v Severo-Vostochnom regione Evropejskoj chasti Rossii: sbornik materialov nauchno-prakticheskoy konferencii (g. Kostroma, 20-21 iyunya 2006 g.). – Kostroma, 2006. – S. 27-29.
2. **Sovremennoe sostoyanie polevogo kormoproizvodstva i puti ego sovershenstvovaniya.** – URL: <http://www.vizlit.ru>. (data obrashcheniya: 10.06.2020).
3. **Lapa V.V., Ivahnenko N.N., Lomonos M.M., SHumak S.M., Bachishche A.A., Gracheva A.A.** Produktivnost' i kachestvo klevera lugovogo pri vozdeystvii na dernovo-podzolistoj supeschanoy pochve // Pochvovedenie i agrohimiya. – 2011. – № 2(47). – S.78-87.
4. **Lyskova I.V., Makarova YA.V.** Effektivnost' deystviya i posledejstviya fosfornyh udobrenij na dernovo-podzolistoj srednesuglinistoj pochve pri razlichnoj stepeni kislotnosti // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2011. – №5(24). – S. 33-37.
5. **Abashev V.D., Svetlakova E.V.** Vliyaniye mineral'nyh udobrenij na urozhajnost' kul'tur zernotravyanogo sevooborota // Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. – 2015. – №2(45). – S. 37-43.
6. **Akvamiks – koncentrirovannoe mikroudobrenie.** – URL: <http://www.bhz.ru> (data obrashcheniya: 10.06.2020). («Bujskij himicheskij zavod», oficial'nyj sayt).
7. **Colonichkin V.N.** Optimizatsiya pitaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur na osnove primeneniya nekornevnyh podkormok special'nymi udobreniyami. – Buj, 2006. – 24 s.
8. **Solonichkin V.N.** Prakticheskie aspekty primeneniya udobreniya «Akvarin» dlya nekornevnyh podkormok // Optimizatsiya pitaniya rastenij kak faktor povysheniya urozhajnosti i kachestva sel'skohozyajstvennoj produkcii: sbornik materialov seminara. – Krasnodar, 2005. – S. 10-12.
9. **Gvazava D.G., Homutova L.A., Isaeva L.M.** Osnovnye napravleniya sovershenstvovaniya kormoproizvodstva // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. – 2019. – № 3(47). – S. 61-64.
10. **Urozhajnost' i kachestvo urozhaya klevera lugovogo v zavisimosti ot uslovij pitaniya.** – URL: <http://www.neznaniya.net> (data obrashcheniya: 10.06.2020).
11. **SHtraub A.A.** Priemy sortovoj agrotekhniki rannespelogo klevera lugovogo v lesostepi Zapadnoj Sibiri: avtoref. dis... k.s.-h.n.: 06.01.09. – Novosibirsk, 2009. – 148 s.

УДК 635.552

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13027

Зав. лабораторией **Т.А. ЛАВРИЩЕВА**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, ta.lavrishcheva@yandex.ru)
Доктор с.-х. наук **Г.С. ОСИПОВА**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, ta.lavrishcheva@yandex.ru)

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ УБОРКИ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЦИКОРИЯ САЛАТНОГО (*CICHORIUM INTYBUS L. VAR. FOLIOSUM*)

Цикорий салатный витлуф (*Cichorium intybus L. var. foliosum*) происходит от цикория обыкновенного (*Cichorium intybus var. sylvestre Vis*) [1]. Это дикорастущее растение распространено в Европе, Северной Африке и на Востоке вплоть до Сибири. Оно было известно как грекам, так и римлянам в качестве лекарственного и овощного растения. От дикорастущего цикория обыкновенного происходят две культурные формы:

1) цикорий корневой (*Cichorium intybus var. sativum DC*), который возделывают со средних веков для изготовления заменителя кофе;

2) цикорий салатный витлуф (*Cichorium intybus L. var. foliosum*), который был введен в культуру в XIX в. первоначально в Бельгии и Северной Франции. В отличие от цикория корневого, листья у витлуфа крупнее, с хорошо развитыми толстыми черешками [2]. Цикорий салатный витлуф является ценной сельскохозяйственной культурой благодаря высокой пищевой и фармацевтической ценности [3, 4]. Корнеплоды используют зимой для выгонки кочанчиков. Годовое потребление кочанчиков цикория салатного в расчете на одного человека

в Бельгии – 4 кг, во Франции – 2 кг, в Нидерландах – 1,5 кг, в Германии – 0,3 кг. Употребляют его в сыром виде или подвергают кулинарной обработке [1].

В работе [5] нами были представлены результаты изучения динамики изменения биометрических показателей различных сортов цикория салатного витлуфа в зависимости от продолжительности выращивания. На следующем этапе исследований предстояло изучить влияние продолжительности выращивания на биохимический состав растений витлуфа.

Попытки связать степень спелости корнеплодов с уровнем содержания каких-либо веществ проводились и ранее, но пока не дали желаемых результатов [1].

Цель исследования – изучить изменение биохимического состава отдельных органов растений различных сортов цикория салатного витлуфа в зависимости от продолжительности выращивания.

В задачи исследований входило:

– определить содержание сухого вещества, суммы сахаров, аскорбиновой кислоты, нитратов в листьях и корнеплодах, а также хлорофилла α , β и каротиноидов в листьях растений различных сортов цикория салатного витлуфа после уборки;

– определить вышеперечисленные биохимические показатели у корнеплодов и кочанчиков после выгонки различных сортов витлуфа.

Материалы, методы и объекты исследований. В качестве объектов исследования в опыте использовали пять сортов витлуфа: Конус, Ракета, Native, Veneta, Viproda. Из них 2 сорта (Конус, Ракета) включены в Государственный реестр селекционных достижений. Сорт Конус (оригинатор ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», 1989 г.; селекция фирмы СеДек) относится к группе среднеспелых сортов. Сорт Ракета (селекция ООО «Агрофирма «Поиск», 2003 г.). Три сорта – Native, Veneta, Viproda были получены из коллекции ВИР. Подробная характеристика изученных сортов представлена нами в работе [5].

Сорта витлуфа по морфологическим признакам трудноотличимы, поэтому их различают по срокам формирования товарного корнеплода и периоду использования для выгоночных целей [3].

Цикорий салатный выращивали в пленочной теплице на территории учебно-опытного сада ФГБОУ ВО СПбГАУ. Площадь делянок – 2 м². Схема посева: ширина междурядий – 33 см, расстояние между растениями – 10 см. Повторность – трехкратная. Посев семян витлуфа в теплицу проводили ежегодно 23 мая. Массовые всходы во все годы исследований появились на одиннадцатый день после посева. Уборку растений проводили в 2014 г. 28 сентября, в 2015 г. – 17 сентября, в 2016 г. – 9 сентября. Таким образом, общая продолжительность вегетации растений витлуфа с момента массовых всходов до уборки составила: в 2014 г. – 117 дней, в 2015 г. – 106 дней, в 2016 г. – 98 дней.

При уборке растения ботву обрезали на высоте 2–3 см от шейки корнеплода. Корнеплоды хранили в течение 1,5 месяца в темном месте при температуре $t=2^{\circ}\text{C}$ и влажности 90%. На выгонку корнеплоды помещали в торфогрунт без покрытия почвенным субстратом. Выгонку проводили в темном помещении при $t=12\text{--}14^{\circ}\text{C}$ в течение 30 дней.

Сухое вещество определяли по ГОСТ 31640-2012 [6], сумму сахаров – по методу Бертрона [7], содержание пигментов (хлорофиллов α , β и каротиноидов) – спектрофотометрическим методом, аскорбиновую кислоту (витамин С) – по методу И.К. Мурри, нитраты – методом ЦИНАО.

Результаты исследований. Результаты изучения биохимического состава листьев и корнеплодов, проведенного сразу после уборки растений, представлены в таблице 1.

Как видно из полученных данных, содержание сухого вещества в листьях витлуфа, выращенного в 2014 г., носило выровненный характер и колебалось в пределах 10,03–11,22%. В 2015–2016 гг. размах колебаний по этому показателю был выше и составил 7,87–12,87 и 8,98–11,88% соответственно. Похожие закономерности были выявлены при анализе сухого вещества в корнеплодах. Его содержание варьировало во всем диапазоне данных в пределах 23,06–27,07%.

Таблица 1. Биохимический состав растений цикория салатного после уборки

| Сорт | Сухое вещество, % | | Сумма сахаров | | | | Аскорбиновая кислота | | Нитраты | |
|--------------------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|------------|---------|------------|
| | | | % от сухого вещества | | % от сырого вещества | | мг/100 г | | | |
| | листья | корнеплоды | листья | корнеплоды | листья | корнеплоды | листья | корнеплоды | листья | корнеплоды |
| <i>2014 г. (117 дн.)</i> | | | | | | | | | | |
| Конус | 10,45 | 27,07 | 3,20 | 22,47 | 0,33 | 6,08 | 5,5 | 4,8 | | |
| Ракета | 10,03 | 24,65 | 4,49 | 21,26 | 0,45 | 5,24 | 4,3 | 3,0 | | |
| Native | 10,87 | 26,92 | 5,12 | 20,71 | 0,56 | 5,58 | 7,9 | 5,3 | | |
| Veneta | 10,13 | 24,38 | 4,39 | 21,56 | 0,44 | 5,26 | 10,9 | 6,3 | | |
| Viproda | 11,22 | 26,45 | 3,14 | 21,63 | 0,35 | 5,72 | 9,6 | 9,8 | | |
| <i>2015 г. (106 дн.)</i> | | | | | | | | | | |
| Конус | 7,87 | 23,06 | 3,93 | 18,29 | 0,31 | 4,22 | 9,5 | 6,7 | 701,2 | 567,3 |
| Ракета | 8,38 | 26,55 | 4,47 | 18,53 | 0,37 | 4,92 | 8,5 | 7,0 | 711,4 | 608,2 |
| Native | 12,87 | 26,87 | 3,77 | 16,05 | 0,49 | 4,31 | 9,5 | 9,4 | 791,0 | 610,5 |
| Veneta | 8,56 | 24,83 | 3,59 | 19,90 | 0,31 | 4,94 | 9,3 | 6,7 | 656,1 | 626,7 |
| Viproda | 10,98 | 24,04 | 3,68 | 18,87 | 0,40 | 4,54 | 7,5 | 6,7 | 810,3 | 370,1 |
| <i>2016 г. (98 дн.)</i> | | | | | | | | | | |
| Конус | 11,88 | 24,87 | 1,01 | 16,61 | 0,12 | 4,13 | 8,2 | 6,0 | 380,2 | 370,8 |
| Ракета | 10,08 | 25,34 | 1,55 | 16,96 | 0,16 | 4,30 | 7,2 | 6,7 | 495,3 | 245,8 |
| Native | 10,7 | 26,73 | 1,99 | 15,49 | 0,21 | 4,14 | 6,7 | 7,6 | 405,7 | 349,0 |
| Veneta | 10,6 | 25,66 | 1,82 | 18,77 | 0,19 | 4,82 | 7,7 | 7,7 | 500,4 | 283,9 |
| Viproda | 8,98 | 24,61 | 1,03 | 17,04 | 0,09 | 4,19 | 7,6 | 7,5 | 610,4 | 334,5 |

Была выявлена четкая взаимосвязь между продолжительностью выращивания салатного цикория и накоплением сахаров в листьях и корнеплодах. Чем дольше длилась вегетация, тем больше растения накапливали сахаров. Эта закономерность прослеживалась во всех вариантах при сравнении содержания сахаров в процентах от сырого вещества. При анализе данных содержания сахаров в процентах от сухого вещества исключение составили раннеспелый сорт Конус и сорт Viproda. Содержание сахаров в листьях этих сортов в 2014 г. было ниже, чем в 2015 г. (рис. 1). Вероятно, это связано с оттоком сахаров из листьев в корнеплоды на этой стадии развития растений. Это косвенно подтверждается тем фактом, что содержание сахаров в корнеплодах сортов Конус и Viproda в 2014 г. было наибольшим в сравнении с остальными сортами за весь период наблюдений.

Содержание аскорбиновой кислоты в листьях и корнеплодах колебалось в пределах 4,3–10,9 и 3,0–9,8 мг/100 г соответственно и не зависело от сортовых особенностей растений и срока выращивания (табл. 1).

Исследования показали, что накопление нитратов в листьях цикория салатного зависело от продолжительности вегетации растений. Так, если в 2015 г. содержание нитратов в листьях цикория в зависимости от сорта составило от 656,1 до 810,3 мг/100 г, то в 2016 г. – от 380,2 до 610,4 мг/100 г, что оказалось в 1,3–1,9 раза ниже. Накопление нитратов в корнеплодах также зависело от продолжительности выращивания растений и варьировало в зависимости от сорта в 2015 г. в пределах 370,1–626,7 мг/100 г, в 2016 г. – в пределах 245,8–370,8 мг/100 г, что было ниже в 1,1–2,5 раза. Следует отметить, что содержание нитратов в корнеплодах было в 1,03–2,19 раза меньше, чем в листьях.

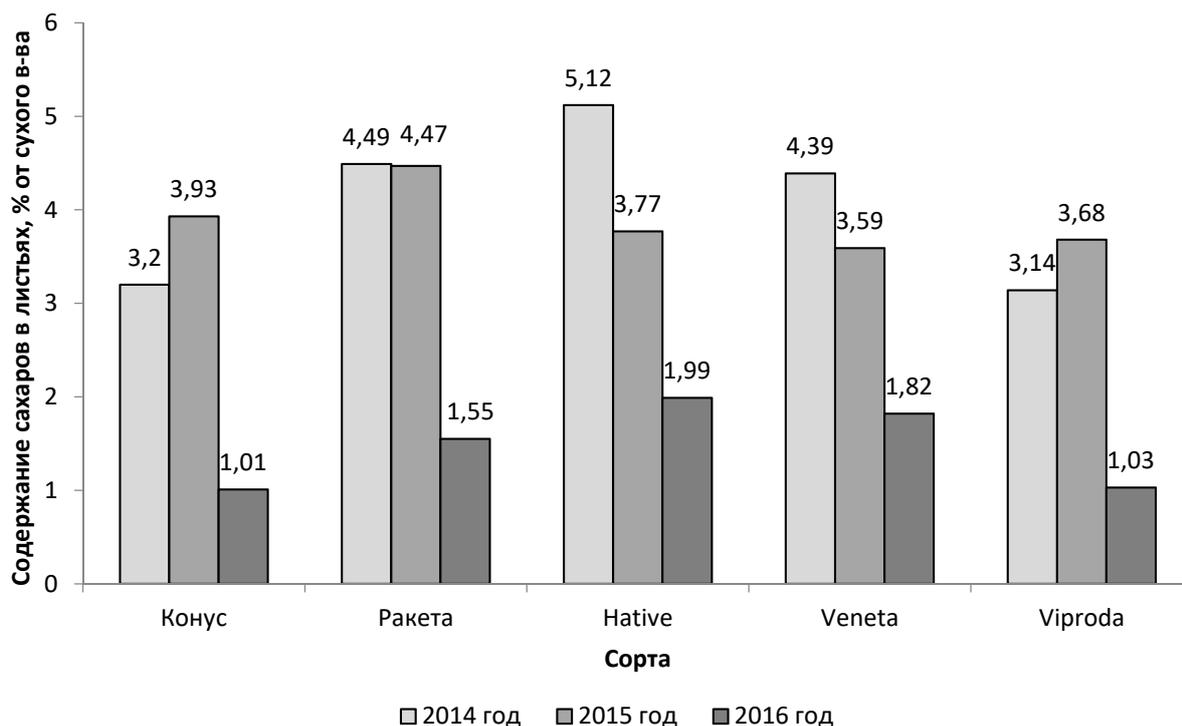


Рис. 1. Содержание сахаров в листьях цикория салатного, % от сухого вещества

В таблице 2 представлен биохимический состав корнеплодов после выгонки.

Содержание сухого вещества в корнеплодах после выгонки варьировало во всем диапазоне данных в пределах 15,48–24,42%. Четких закономерностей в динамике этого показателя в зависимости от сорта или продолжительности выращивания выявлено не было.

Таблица 2. Биохимический состав корнеплодов после выгонки

| Сорт | Сухое вещество, % | Сумма сахаров | | Аскорбиновая кислота, мг/100 г |
|----------------|-------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| | | % от сухого вещества | % от сырого вещества | |
| <i>2014 г.</i> | | | | |
| Конус | 24,12 | 15,53 | 3,75 | 5,0 |
| Ракета | 17,21 | 9,71 | 1,67 | 5,5 |
| Native | 24,17 | 17,73 | 4,29 | 5,0 |
| Veneta | 22,18 | 14,08 | 3,12 | 6,0 |
| Viproda | 15,48 | 9,68 | 1,50 | 5,2 |
| <i>2015 г.</i> | | | | |
| Конус | 22,15 | 14,85 | 3,29 | 11,5 |
| Ракета | 24,40 | 18,12 | 4,42 | 10,2 |
| Native | 24,42 | 12,13 | 2,96 | 6,2 |
| Veneta | 19,56 | 14,93 | 2,92 | 7,3 |
| Viproda | 20,92 | 15,03 | 3,14 | 10,7 |
| <i>2016 г.</i> | | | | |
| Конус | 21,05 | 9,08 | 1,91 | 6,5 |
| Ракета | 20,53 | 14,22 | 2,92 | 6,5 |
| Native | 21,06 | 9,68 | 2,04 | 6,8 |
| Veneta | 19,70 | 11,16 | 2,20 | 6,5 |
| Viproda | 22,12 | 9,46 | 2,09 | 5,7 |

Анализ результатов изучения биохимического состава показал, что содержание сахаров в корнеплодах после выгонки снизилось в зависимости от сорта и года исследований на 2–55% и варьировало во всем диапазоне данных в пределах 9,08–18,12% от сухого вещества (табл. 2). Это объясняется оттоком сахаров из корнеплодов в выгоночные кочанчики.

Содержание аскорбиновой кислоты в корнеплодах после выгонки колебалось от 5 до 11,5 мг/100 г.

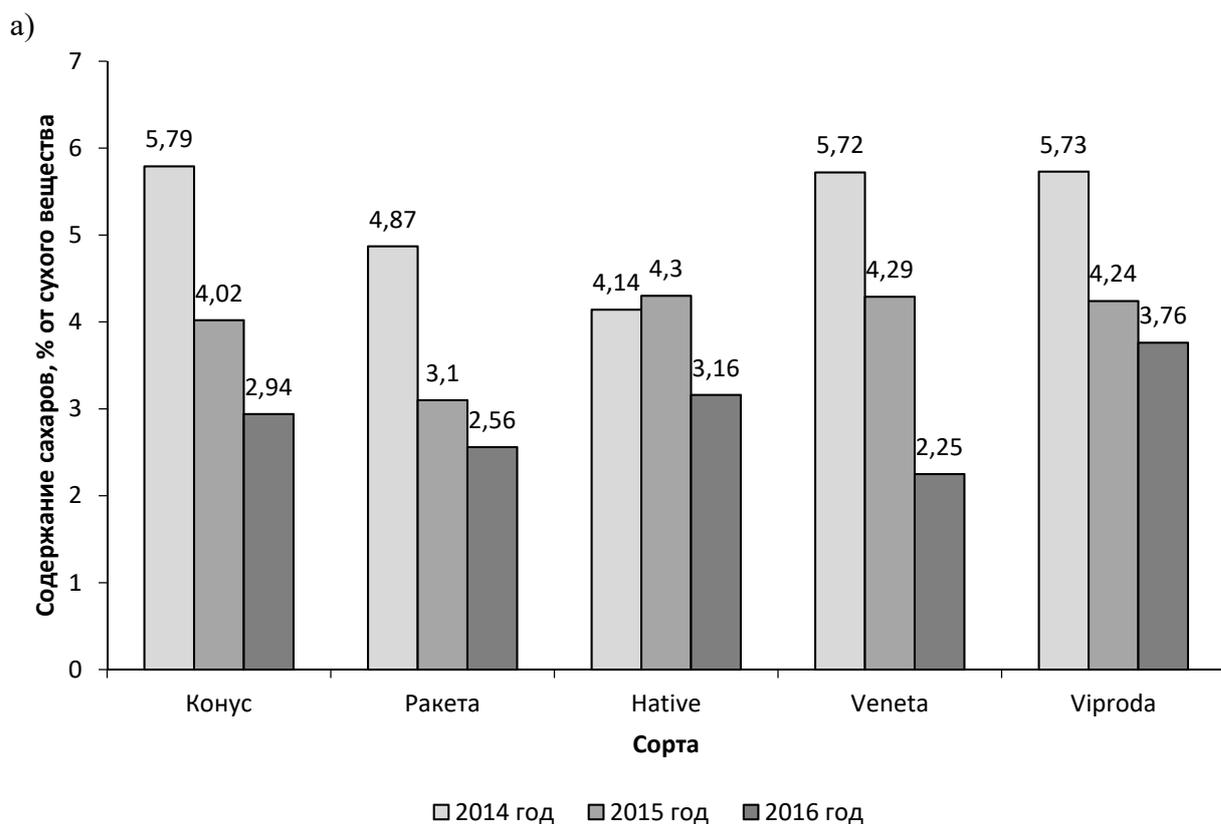
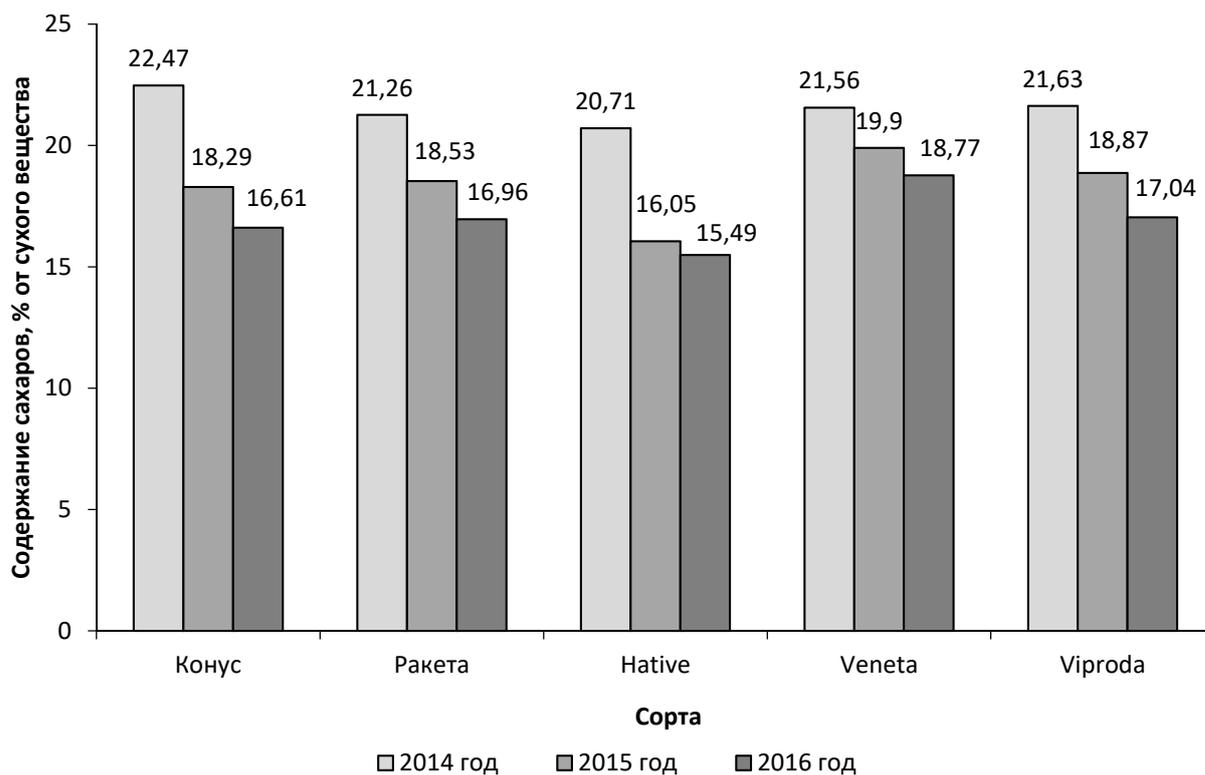
Биохимический состав выгоночных кочанчиков представлен в таблице 3. Содержание сухого вещества в кочанчиках варьировало во всем диапазоне данных в пределах 4,05–11,08% и не зависело от сорта и года исследований. Накопление сахаров в кочанчиках зависело от их исходного содержания в корнеплодах. Чем больше было исходное содержание сахаров в корнеплодах, тем больше их накапливалось в кочанчиках (рис. 2). Коэффициент корреляции составил $r=0,75$. Таким образом, содержание сахаров в кочанчиках уменьшалось по мере проведения эксперимента. В 2014 г. этот показатель колебался в диапазоне от 4,14 до 5,79; в 2015 г. – от 3,1 до 4,3; в 2016 г. – от 2,25 до 3,76% от сухого вещества.

Таблица 3. Биохимический состав выгоночных кочанчиков

| Сорт | Сухое вещество, % | Сумма сахаров | | Аскорбиновая кислота, мг/100 г |
|----------------|-------------------|----------------------|----------------------|--------------------------------|
| | | % от сухого вещества | % от сырого вещества | |
| <i>2014 г.</i> | | | | |
| Конус | 7,68 | 5,79 | 0,44 | 5,5 |
| Ракета | 4,05 | 4,87 | 0,34 | 6,5 |
| Native | 9,11 | 4,14 | 0,38 | 6,8 |
| Veneta | 7,71 | 5,72 | 0,44 | 10,0 |
| Viproda | 6,20 | 5,73 | 0,36 | 6,5 |
| <i>2015 г.</i> | | | | |
| Конус | 10,69 | 4,02 | 0,43 | 11,5 |
| Ракета | 8,95 | 3,10 | 0,28 | 10,3 |
| Native | 7,91 | 4,30 | 0,34 | 6,0 |
| Veneta | 10,02 | 4,29 | 0,43 | 12,0 |
| Viproda | 10,94 | 4,24 | 0,46 | 11,3 |
| <i>2016 г.</i> | | | | |
| Конус | 7,83 | 2,94 | 0,23 | 6,7 |
| Ракета | 8,14 | 2,56 | 0,21 | 7,0 |
| Native | 7,47 | 3,16 | 0,24 | 7,3 |
| Veneta | 11,08 | 2,25 | 0,25 | 9,5 |
| Viproda | 8,11 | 3,76 | 0,30 | 9,6 |

В таблице 4 представлены результаты изучения содержания пигментов в листьях цикория.

Пигментная система растений является основой для фотосинтетического преобразования солнечной энергии в энергию химических связей. Она представлена хлорофиллами и каротиноидами. Хлорофиллы выполняют основную фотосинтетическую функцию.



б)

Рис. 2. Содержание сахаров, % от сухого вещества
а) в корнеплодах после уборки; б) в кочанчиках

Таблица 4. Содержание пигментов в листьях цикория салатного после уборки

| Сорт | Общий хлорофилл | Хлорофилл а | Хлорофилл b | Каротиноиды | Хлорофилл а / хлорофилл б | Общий хлорофилл / каротиноиды |
|--------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|
| | мг/100 г | | | | | |
| <i>2014 г. (117 дн.)</i> | | | | | | |
| Конус | 210,6 | 133,8 | 76,8 | 19,6 | 1,7 | 10,7 |
| Ракета | 200,0 | 121,4 | 78,6 | 18,3 | 1,5 | 10,9 |
| Native | 249,0 | 162,5 | 86,5 | 26,6 | 1,9 | 9,4 |
| Veneta | 208,0 | 137,0 | 71,0 | 13,7 | 1,9 | 15,2 |
| Viproda | 413,6 | 264,9 | 148,7 | 27,9 | 1,8 | 14,8 |
| <i>2015 г. (106 дн.)</i> | | | | | | |
| Конус | 178,3 | 110,6 | 67,7 | 16,7 | 1,6 | 10,7 |
| Ракета | 204,7 | 118,0 | 86,7 | 21,0 | 1,4 | 9,7 |
| Native | 251,2 | 156,9 | 94,3 | 36,3 | 1,7 | 6,9 |
| Veneta | 198,8 | 121,3 | 77,5 | 19,7 | 1,6 | 10,1 |
| Viproda | 263,4 | 157,0 | 106,4 | 29,4 | 1,5 | 9,0 |
| <i>2016 г. (98 дн.)</i> | | | | | | |
| Конус | 120,1 | 89,2 | 30,9 | 32,9 | 2,9 | 3,7 |
| Ракета | 112,3 | 83,9 | 28,4 | 31,3 | 3,0 | 3,6 |
| Native | 149,9 | 107,2 | 42,7 | 41,8 | 2,5 | 3,6 |
| Veneta | 84,8 | 64,0 | 20,8 | 25,5 | 3,1 | 3,3 |
| Viproda | 85,2 | 61,4 | 23,8 | 24,8 | 2,6 | 3,4 |

Каротиноиды передают дополнительную энергию на хлорофиллы, выполняя светособирающую функцию, а также отводят избыточную энергию от хлорофиллов, выполняя светозащитную функцию.

Эффективность работы пигментной системы зависит от соответствия ее структуры и функции климатическим и экологическим условиям, прежде всего, условиям освещения [8]. Тенелюбивые растения обычно имеют более высокое содержание хлорофилла, чем светолюбивые, и более высокую долю хлорофилла *b*, повышающего светособирающую способность листа в области дальнего красного света. В условиях высокой инсоляции часто повышена доля каротиноидов, выполняющих в данных условиях функцию защиты от фотоингибирования [8, 9].

В наших исследованиях наибольшее содержание общего хлорофилла в листьях цикория салатного наблюдалось в 2014 г. у сорта Viproda (413,6 мг/100 г), у остальных сортов, выращенных в этом году, оно колебалось в пределах от 200 до 249 мг/100 г. В 2015 г. содержание общего хлорофилла в листьях варьировало в диапазоне 178,3–263,4 мг/100 г. При этом максимальное значение данного показателя также было обнаружено у сорта Viproda. В 2016 г. содержание хлорофиллов в листьях было наименьшим за весь период наблюдений. В зависимости от сорта оно составило от 84,8 до 149,9 мг/100 г.

Одним из информативных показателей, характеризующих работу фотосинтетического аппарата, является отношение (хлорофилл а / хлорофилл б). Это отношение связано с активностью «главного» хлорофилла а: чем оно больше, тем интенсивнее фотосинтез [10].

В наших исследованиях в составе хлорофилла во всем диапазоне представленных данных преобладал хлорофилл а. Наибольшее превышение содержания хлорофилла а над хлорофиллом б наблюдалось в 2016 г. Если в 2014 и 2015 гг. соотношение хлорофилл а / хлорофилл б изменялось в пределах 1,4–1,9, то в 2016 г. – в пределах 2,5–3,1.

Отношение суммы хлорофиллов к каротиноидам (а+б / каротиноиды) играет не менее важную роль при характеристике работы фотосинтетического аппарата. Это соотношение в норме стабильно и очень чутко реагирует на изменения различных факторов среды [10].

В наших исследованиях уменьшение соотношения (a+b / каротиноиды) наблюдалось в 2016 г., что свидетельствует о снижении светособирающей функции пигментного комплекса.

Выгонка витлуфа в темном помещении оказала влияние на содержание пигментов в кочанчиках (табл. 5). В зависимости от года исследований и сорта содержание общего хлорофилла было в 10–91 раз меньше, чем в листьях цикория салатного, и варьировало в пределах от 2,3 до 23,8 мг/100 г. В составе хлорофиллов преобладал хлорофилл а. Отношение хлорофилл а/хлорофилл b изменялось в пределах 1,1–2,7 ед. Содержание каротиноидов в кочанчиках колебалось в пределах 0,7–7,6 мг/100 г и было в 3–42 раза ниже, чем в листьях, показатель общий хлорофилл / каротиноиды варьировал от 1,8 до 10,8 ед.

Таблица 5. Содержание пигментов в кочанчиках

| Сорт | Общий хлорофилл | Хлорофилл а | Хлорофилл b | Каротиноиды | Хлорофилл а / хлорофилл b | Общий хлорофилл / каротиноиды |
|----------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|
| | мг/100 г | | | | | |
| <i>2014 г.</i> | | | | | | |
| Конус | 9,9 | 6,5 | 3,4 | 2,1 | 1,9 | 4,7 |
| Ракета | 11,9 | 7,7 | 4,2 | 2,3 | 1,8 | 5,2 |
| Native | 13,3 | 8,0 | 5,3 | 7,4 | 1,5 | 1,8 |
| Veneta | 17,6 | 10,9 | 6,7 | 1,9 | 1,6 | 9,3 |
| Viproda | 15,4 | 9,1 | 6,3 | 7,6 | 1,4 | 2,0 |
| <i>2015 г.</i> | | | | | | |
| Конус | 12,41 | 6,5 | 5,9 | 6,2 | 1,1 | 2,0 |
| Ракета | 5,2 | 3,3 | 1,9 | 1,7 | 1,7 | 3,1 |
| Native | 23,8 | 15,6 | 8,2 | 2,2 | 1,9 | 10,8 |
| Veneta | 19,6 | 12,8 | 6,8 | 1,9 | 1,9 | 10,3 |
| Viproda | 2,9 | 2,0 | 0,9 | 0,7 | 2,2 | 4,1 |
| <i>2016 г.</i> | | | | | | |
| Конус | 2,6 | 1,7 | 0,9 | 1,4 | 1,9 | 1,9 |
| Ракета | 2,9 | 1,9 | 1,0 | 1,5 | 1,9 | 1,9 |
| Native | 10,4 | 6,9 | 3,5 | 1,5 | 2,0 | 6,9 |
| Veneta | 2,3 | 1,6 | 0,7 | 1,1 | 2,3 | 2,1 |
| Viproda | 4,1 | 3,0 | 1,1 | 1,7 | 2,7 | 2,1 |

Выводы. В настоящем исследовании выявлена четкая взаимосвязь между продолжительностью выращивания салатного цикория и биохимическим составом растений. Чем дольше длилась вегетация, тем больше растения накапливали сахаров и нитратов. После выгонки содержание сахаров в корнеплодах снизилось в результате их оттока в выгоночные кочанчики. Накопление сахаров в кочанчиках зависело от их исходного содержания в корнеплодах. Чем больше было исходное содержание сахаров в корнеплодах, тем больше их накапливалось в кочанчиках. Коэффициент корреляции составил $r=0,75$. Наибольшее содержание общего хлорофилла в листьях цикория салатного наблюдалось при наибольшей продолжительности вегетации. Выгонка витлуфа в темном помещении оказала влияние на содержание пигментов в кочанчиках. В зависимости от года исследований и сорта содержание общего хлорофилла было в 10–91 раз меньше, чем в листьях цикория салатного. В составе хлорофиллов преобладал хлорофилл а. Содержание каротиноидов в кочанчиках было в 3–42 раза ниже, чем в листьях.

Литература

1. **Круг Г.** Овощеводство. – М., 2000. – 576 с.
2. **Пивоваров В.Ф.** Овощи России. – М., 1994. – 256 с.
3. **Шевченко Ю.П., Харченко В.А., Ушакова И.Т., Курбаков Е.Л.** Цикорий салатный – Витлуф // Овощи России. – 2016. – № 2 (31). – С. 64-67.
4. **Голубкина Н.А., Шевченко Ю.П., Харченко В.А., Кошелева О.В., Солдатенко А.В.** Биохимическая характеристика и элементный состав цикория салатного (*Cichorium Intybus L.*) Сорт конус // Овощи России. – 2019. – № 3 (47). – С. 80-86.
5. **Лаврищева Т.А.** Влияние продолжительности выращивания на рост и развитие различных сортов цикория салатного (*Cichorium intybus L. var. foliosum*) // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (59). – С. 14-21.
6. **ГОСТ 31640-2012.** Межгосударственный стандарт. Корма. Методы определения сухого вещества. – М.: Стандартинформ, 2012. – 8 с.
7. **Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др.** Методы биохимического исследования растений. – Л.: Агропромиздат, 1987. – 430 с.
8. **Иванов Л.А., Иванова Л.А., Ронжина Д.А., Юдина П.К.** Изменение содержания хлорофиллов и каротиноидов в листьях степных растений вдоль широтного градиента на Южном Урале // Физиология растений. – 2013. – Т. 60, № 6. – С. 856–864.
9. **Цельникер Ю.Л.** Физиологические основы теневыносливости древесных растений. – М.: Наука, 1978. – 214 с.
10. **Титова М.С., Розломий Н.Г.** Динамика фотосинтезирующей активности хвои *Picea ajanensis* и *Picea Smithiana* в условиях зеленой зоны г. Уссурийска // Электронное периодическое издание «Живые биокосные системы». – 2015. – № 12. – URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-12/article-4> (дата обращения: 10.06.2020).

Literatura

1. **Krug G.** Ovoshchevodstvo. – M., 2000. – 576 s.
2. **Pivovarov V.F.** Ovoshchi Rossii. – M., 1994. – 256 s.
3. **Shevchenko YU.P., Harchenko V.A., Ushakova I.T., Kurbakov E.L.** Cikorij salatnyj – Vitluf // Ovoshchi Rossii. – 2016. – № 2 (31). – S. 64-67.
4. **Golubkina N.A., Shevchenko YU.P., Harchenko V.A., Kosheleva O.V., Soldatenko A.V.** Biohimicheskaya harakteristika i elementnyj sostav cikoriya salatnogo (*Cichorium Intybus L.*) Sort konus. // Ovoshchi Rossii. – 2019. – № 3 (47). – S. 80-86.
5. **Lavrishcheva T.A.** Vliyanie prodolzhitel'nosti vyrashchivaniya na rost i razvitie razlichnyh sortov cikoriya salatnogo (*Cichorium intybus L. var. foliosum*) // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 2 (59). – S. 14-21.
6. **GOST 31640-2012.** Mezhhgosudarstvennyj standart. Korma. Metody opredeleniya suhogo veshchestva. – M.: Standartinform, 2012. – 8 s.
7. **Ermakov A.I., Arasimovich V.V., YArosh N.P. i dr.** Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij. – L.: Agropromizdat, 1987. – 430 s.
8. **Ivanov L. A., Ivanova L.A., Ronzhina D. A., YUdina P. K.** Izmenenie sodержaniya hlorofillov i karotinoidov v list'yah stepnyh rastenij vdol' shirotnogo gradienta na YUzhnom Urale // Fiziologiya rastenij. – 2013. – T. 60, № 6. – S. 856–864.
9. **Cel'niker YU.L.** Fiziologicheskie osnovy tenevynoslivosti drevesnyh rastenij. – M.: Nauka, 1978. – 214 s.
10. **Titova M.S., Rozlomij N.G.** Dinamika fotosinteziruyushchej aktivnosti hvoi *Picea ajanensis* i *Picea Smithiana* v usloviyah zelyonoy zony g. Ussurijska // Elektronnoe periodicheskoe izdanie «ZHivye biokosnye sistemy». – 2015. – № 12. – URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-12/article-4> (data obrashcheniya: 10.06.2020).

УДК 631.53.02:633.521

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13036

Ст. науч. сотрудник **С.А. КРУГЛОВА**
(КНИИСХ-филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха», svetiksvetiky@mail.ru)
Техник **Р.П. ЗОЛотова**
(КНИИСХ-филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха, kniish.dir@mail.ru)

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ДЛЯ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Производство льняного сырья при современной экономике должно быть высокоэффективным. Необходимо повысить конкурентоспособность производимой льнопродукции, снизить ее себестоимость. Для этого необходимо повышать продуктивность каждого льняного гектара и качественные показатели льна. Важная роль в этом отводится сорту. Возделывание новых, эффективных сортов дает возможность создания растительной сырьевой базы для различных видов промышленности. Кроме этого большое значение имеет применение обоснованных научных разработок, инновационных технологий выращивания льна, направленное на целесообразное использование удобрений, средств защиты растений, результатов селекции [1,2].

Проанализированные результаты опытов со льном показали, что для роста и развития достаточно невысоких значений сумм активных температур в сочетании с умеренным увлажнением [3].

Лен-долгунец требователен к почве и агротехнике возделывания. Его посевы в Российской Федерации в основном расположены в Нечерноземной зоне, которая отличается нестабильными показателями метеоусловий и ежегодным снижением плодородия почвы. По причине этого селекционерам необходимо работать над созданием сортов, которые за счет увеличения устойчивости и приспособляемости к различным чрезвычайным условиям среды смогут давать стабильную урожайность. В одинаковых условиях сорта льна-долгунца способны формировать различную величину урожая и качество продукции. В результате селекции полученные новые сорта обладают рядом достоинств перед старыми. Внедрение их в производство позволит увеличить экономическую эффективность выращивания льна [2, 4, 5, 6, 7].

Цель исследования – поиск перспективных сортов льна-долгунца, приспособленных к почвенно-климатическим условиям Костромской области.

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования по изучению сортов проводились в 2016-2018 гг. на опытном поле ФГБНУ «Костромской НИИСХ». Почва участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая. По данным агрохимических анализов, она имела содержание гумуса – 1,53 %, K_2O – 68,5 мг/кг, P_2O_5 – 156,5 мг/кг, pH_{KCl} – 4,96-6,0. Технология выращивания льна, применяемая в опыте, является традиционной для Костромской области.

Для изучения были выбраны шесть сортов льна-долгунца различной селекции. Семенной материал был предоставлен научными институтами – оригинаторами: ФГБНУ СибНИИСХиТ – филиал СФНЦА РАН (Томич, Памяти Крепкова), ОП. г. Торжок ФГБНУ ФНЦ ЛК (Тверской, Тонус), ОП. г. Псков ФГБНУ ВНЦ ЛК (Добрыня, Квартет). За стандартный был принят сорт Тверской.

При проведении исследовательской работы использовали методику Б.А. Доспехова и «Методические указания по проведению полевых опытов со льном» [8, 9].

Посев был проведен в оптимальные сроки. Площадь опытной делянки составила 20 м², учетной – 18 м², повторность трехкратная [10], размещение делянок в три яруса. Теревление растений вручную с вязкой в снопы в фазу перехода льна в желтую спелость.

Результаты исследований. Продолжительность основных фенологических фаз и, как следствие, период вегетации в первую очередь определяется особенностями сорта и агроклиматическими условиями [11]. Фенологические наблюдения показали, что у данных сортов основные фазы развития растений совпали во времени, кроме сорта Квартет. Для него было характерно длительное цветение.

Метеорологические условия в течение 3 лет исследований различались по температурному фону и количеству выпавших осадков. В 2016 и 2017 гг. условия вегетации отличались нестабильностью. Метеоусловия 2018 года были оптимальными для культуры. В 2017 году из-за высокой влажности и низких значений температур воздуха вегетационный период у всех сортов, кроме сорта Тверской, увеличился до 94-95 дней.

Исследования показали, что в погодных условиях 2016-2018 гг. длина вегетационного периода пяти сортов составила 87-89 дней, что позиционирует их как позднеспелые. Период вегетации сорта Тверской был самым коротким – 83 дня (среднеспелый). За годы исследований в климатических условиях Костромской области наблюдалось увеличение времени вегетации у всех изучаемых сортов льна-долгунца по сравнению с вегетационным периодом, заявленным в характеристиках сортов.

Все исследуемые сорта имели различия по высоте растений, которые определялись погодными условиями. Так, при дождливой прохладной погоде 2017 года все растения льна были низкими – от 68,0 до 78,0 см. В среднем за годы исследований самыми высокими оказались сорта Тонус, Добрыня и Памяти Крепкова (78,8-81,6 см), что на 3,1-5,9 см выше стандартного сорта. Полученная разница высоты льна обусловлена особенностями сорта. По большому счету, все сорта льна-долгунца не имеют явных морфометрических отличий.

Одним из важных показателей, характеризующих сорт, выступает урожайность льносолломки семян. Полученная в опыте урожайность по годам изучения сортов приведена в таблице 1.

Таблица 1. Урожайность сортов льна-долгунца (2016-2018 гг.), ц/га

| Название сорта | Урожайность | | | | | | | | | |
|---------------------|--------------|------|------|---------|-------------------|-------|------|------|---------|-------------------|
| | льносолломки | | | | | семян | | | | |
| | годы | | | среднее | (+/-) к стандарту | годы | | | среднее | (+/-) к стандарту |
| | 2016 | 2017 | 2018 | | | 2016 | 2017 | 2018 | | |
| Тверской (стандарт) | 31,8 | 41,3 | 52,2 | 41,8 | - | 7,8 | 8,7 | 7,9 | 8,1 | - |
| Памяти Крепкова | 34,3 | 44,3 | 52,7 | 43,6 | 1,8 | 6,3 | 8,7 | 8,5 | 7,8 | -0,3 |
| Добрыня | 30,2 | 41,0 | 60,5 | 43,9 | 2,1 | 8,0 | 9,5 | 9,8 | 9,1 | 1,0 |
| Тонус | 32,4 | 42,0 | 72,8 | 49,1 | 7,3 | 8,9 | 10,0 | 11,2 | 10,0 | 1,9 |
| Томич | 28,6 | 41,7 | 73,1 | 47,8 | 6,0 | 7,7 | 9,6 | 10,8 | 9,4 | 1,3 |
| Квартет | 38,6 | 42,7 | 79,9 | 53,7 | 11,9 | 10,2 | 9,0 | 11,4 | 10,2 | 2,1 |
| НСР _{0,5} | 3,1 | 4,7 | 4,5 | - | - | 0,8 | 1,3 | 1,9 | - | - |

Уровень урожайности увеличивался как по годам исследования, так и по сортам. В 2018 году сложились благоприятные условия для льна. Вследствие этого урожайность льносолломки у всех сортов была выше, чем в 2016 и 2017 гг. В среднем за исследуемые годы наибольшая урожайность, как льносолломки, так и семян, была получена на сортах Томич, Тонус, Квартет. Урожайность льносолломки у этих сортов увеличилась относительно Тверского (стандарт) на 14,4%, 17,8% и 28,5%, а урожайность семян – на 16,7%, 24,4% и 25,9% соответственно. Показатели урожайности у сортов Тверской (стандарт) и Памяти Крепкова оказались более стабильными независимо от условий выращивания. Аналогичные данные были получены нами в более ранних опытах с этими сортами [10].

Сильные колебания погоды в течение вегетационного периода оказались незначимыми для формирования урожая соломки и семян. Однако они могут существенно влиять на качество волокна. Большее количество длинного волокна при переработке льносолломки получается от более тонких и высоких растений. Показатели качества волокна представлены на рисунках 1 и 2.

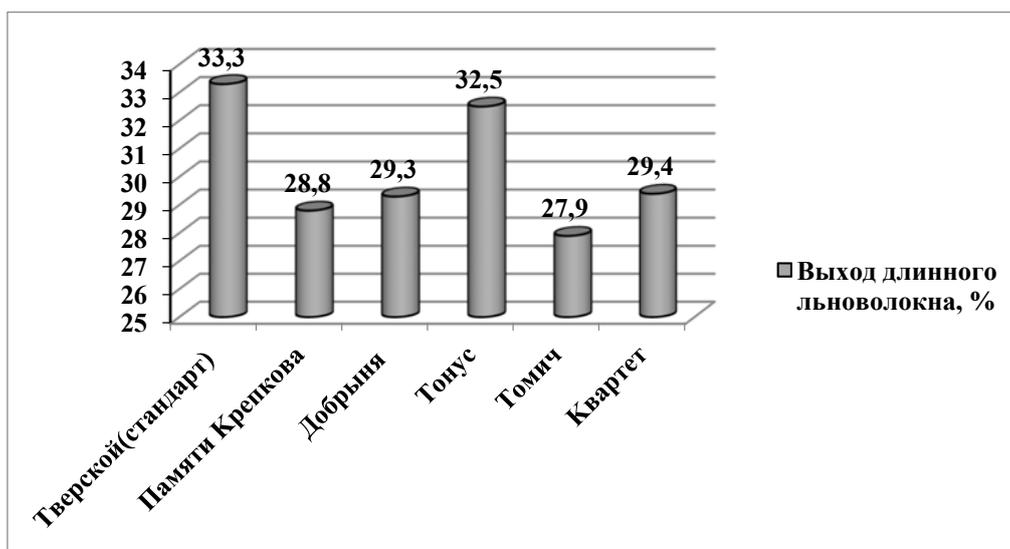


Рис.1. Выход длинного льноволокна, % (в среднем за 3 года)

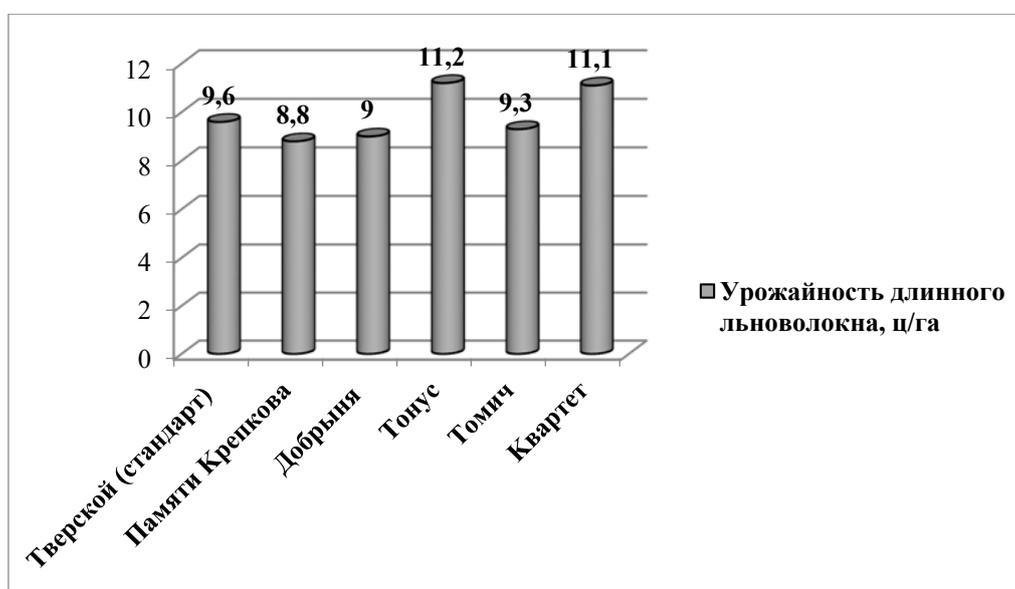


Рис.2. Урожайность длинного льноволокна, ц/га (в среднем за 3 года)

Из рисунков 1 и 2 видно, что сорт Тверской оказался более волокнистым (33,3%), чем остальные сорта. Наиболее близким к нему по выходу длинного волокна является сорт Тонус той же селекции (32,5%). Наименьший выход длинного волокна получен у сорта Томич, однако за счет высокой урожайности соломки урожайность длинного волокна находится на уровне стандарта. Наибольшая урожайность длинного волокна получена у сортов Квартет и Тонус, что на 1,4-1,6 т/га выше Тверского (стандарт). В среднем за период исследований все изучаемые сорта отличались хорошими показателями качества волокна: номер волокна 13 получен у сортов Памяти Крепкова, Тонус, Квартет, 14-й номер – у сортов Тверской (стандарт), Добрыня, Томич. Треста номером 2,25 получена у сорта Томич, у остальных сортов – номер 2,50. По урожайности льносоломки и семян можно выделить сорта Тонус, Квартет и Томич. По качественным показателям – Тонус, Квартет, Тверской.

Расчет экономической эффективности проведен по фактической урожайности льносемян и тресты и представлен в таблице 2.

Таблица 2. Экономическая эффективность производства льна-долгунца (в среднем за 2016-2018 гг.)

| Показатель | Сорта | | | | | |
|---------------------------|---------------------|---------|--------|--------|---------|-----------------|
| | Тверской (стандарт) | Квартет | Тонус | Томич | Добрыня | Памяти Крепкова |
| Урожайность, ц/га | | | | | | |
| -льносемян | 8,1 | 10,2 | 10,0 | 9,4 | 9,1 | 7,8 |
| -тресты | 29,3 | 37,6 | 34,4 | 33,5 | 30,7 | 30,5 |
| Затраты на 1 га, т.р. | 32,37 | 33,8 | 33,6 | 33,5 | 33,2 | 32,0 |
| Затраты на 1 га, чел.-ч | 10,37 | 10,87 | 10,8 | 10,6 | 10,4 | 10,1 |
| Себестоимость 1 ц, руб. | | | | | | |
| -льносемян | 1837,69 | 1517,0 | 1580,0 | 1690,0 | 1750,1 | 1900,5 |
| -тресты | 667,96 | 551,0 | 575,0 | 615,0 | 640,2 | 690,1 |
| Цена реализации 1 ц, руб. | | | | | | |
| -льносемян | 5500,0 | 5500,0 | 5500,0 | 5500,0 | 5500,0 | 5500,0 |
| -тресты | 2000,0 | 2000,0 | 2000,0 | 1750,0 | 2000,0 | 2000,0 |
| Рентабельность, % | 200,9 | 276,7 | 256,7 | 202,4 | 221,5 | 190,2 |

Расчеты показали, что затраты при выращивании льна на 1 га больше у сортов Добрыня, Томич, Тонус и Квартет на 3,4%, 3,5%, 3,8% и 4,4%, чем у стандартного сорта, соответственно. С увеличением ресурсоемкости производства аналогично повысились затраты труда на 1 га льна-долгунца по сортам на 0,03 чел.-ч (0,3%), 0,23 (2,2%), 0,43 (4,2%) и на 0,5 чел.-ч (4,8%) соответственно. Одновременно отмечается снижение себестоимости льносемян и тресты сортов Добрыня на 4,7% и 4,2%, Томич – на 8% и 7,9%, Тонус – на 14% и 13,9%, Квартет – на 17,5% и 17,5%, при этом рентабельность производства увеличивается на 1,5-75,8% в сравнении со стандартным сортом соответственно.

Затраты и рентабельность, полученные при выращивании сорта Памяти Крепкова, на 3,45% и 10,7% меньше, чем при выращивании стандарта.

Выводы. Обобщая данные по изучению сортовых особенностей новых сортов льна-долгунца в климатических условиях Костромской области можно отметить, что сорта Тверской (стандарт) и Памяти Крепкова отличаются более стабильными показателями по урожайности соломки и семян, то есть являются устойчивыми. Урожайность соломки и семян сортов Квартет, Тонус и Томич в разных погодных условиях варьировала в широких пределах, что характеризует их как пластичными и отзывчивыми на воздействия окружающей среды. На основании проведенных исследований по определенным признакам для условий Костромской области являются перспективными изученные сорта:

– по урожайности соломки и семян – сорта Квартет псковской селекции и Тонус селекции ВНИИЛ;

– по выходу длинного волокна – сорта Тверской (стандарт) и Тонус селекции ВНИИЛ.

Из приведенных экономических расчетов очевидны преимущества сортов Квартет и Тонус.

Литература

1. **Рекомендации по возделыванию льна-долгунца:** методические рекомендации / И.А. Голуб и др.; РУП «Институт льна». – Устье, 2009. – 33 с.
2. **Понажев В.П.** Состояние и пути повышения эффективности сырьевого обеспечения льняной отрасли: материалы международной научно-практической конференции. – Вологда, 2007. – С. 39-45.

3. **Карпунин Ф.Б., Гулов В.А., Карацеева Ю.Б.** Технологии производства льняного волокна для климатических условий Российской Федерации: методические рекомендации для сельскохозяйственных консультантов. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 124 с.
4. **Крылов В.С.** Значение льноводства для развития экономики Нечерноземной зоны России // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2017. – №6. – С. 26-31.
5. **Дмитревская И.И.** Применение биостимуляторов на льне-долгунце (*Linum Usitatissimum L.*) сорта Тост 5 // Проблемы агрохимии и экологии. – 2015. – №3. – С. 34-38.
6. **Бейня В.А., Николаенко П.В.** Новые сорта – новые возможности // Земляробства I ахова раслін. – Минск, 2011. – №5. – С. 56-57.
7. **Крепков А.П.** Лен-долгунец в Сибири. – Томск: Издательство Томского университета, 2004. – 168 с.
8. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. **Методические указания** по проведению полевых опытов со льном-долгунцом. – Торжок: ВНИИЛ, 1978. – 72 с.
10. **Петрушин В.В., Кудрякова С.А., Золотова Р.П.** Результаты испытания новых сортов льна-долгунца для условий Костромской области // Современные наукоемкие технологии. – 2017. – №1(49). – С. 112-116.
11. **Петрушин В.В., Круглова С.А., Золотова Р.П.** Сравнительное изучение сортов льна-долгунца в условиях Костромской области // Вестник АПК Верхневолжья. – 2018. - №4(44). – С. 15-19.

Literatura

1. **Rekomendacii po vozdelevaniyu l'na-dolgunca:** metodicheskie rekomendacii / I.A. Golub i dr.; RUP «Institut l'na». – Ust'e, 2009. – 33 s.
2. **Ponazhev V.P.** Sostoyanie i puti povysheniya effektivnosti syr'evogo obespecheniya l'nyanoj otrasli: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – Vologda, 2007. – S. 39-45.
3. **Karpunin F.B., Gulov V.A., Karaceeva YU.B.** Tekhnologii proizvodstva l'nyanogo volokna dlya klimaticheskikh uslovij Rossijskoj Federacii: metodicheskie rekomendacii dlya sel'skohozyajstvennykh konsul'tantov. – М.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2017. – 124 s.
4. **Krylov V.S.** Znachenie l'novodstva dlya razvitiya ekonomiki Nечernozemnoj zony Rossii // Ekonomika sel'skohozyajstvennyh i pererabatyvayushchih predpriyatij. – 2017. – №6. – S. 26-31.
5. **Dmitrevskaya I.I.** Primenenie biostimulyatorov na l'ne-dolgunce (*Linum Usitatissimum L.*) sorta Tost 5 // Problemy agrohimii i ekologii. – 2015. – №3. – S. 34-38.
6. **Bejnja V.A., Nikolaenko P.V.** Novye sorta – novye vozmozhnosti // Zemlyarobstva I aхова raslin. – Minsk, 2011. – №5. – S. 56-57.
7. **Krepkov A.P.** Len-dolgunec v Sibiri. – Tomsk: Izdatel'stvo Tomskogo universiteta, 2004. – 168 s.
8. **Dospikhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – М.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
9. **Metodicheskie ukazaniya** po provedeniyu polevyh opytov so l'nom-dolguncom. – Torzhok: VNIIL, 1978. – 72 s.
10. **Petrushin V.V., Kudryakova S.A., Zolotova R.P.** Rezul'taty ispytaniya novyh sortov l'na-dolgunca dlya uslovij Kostromskoj oblasti // Sovremennye naukoemkie tekhnologii. – 2017. – №1(49). – S. 112-116.
11. **Petrushin V.V., Kruglova S.A., Zolotova R.P.** Sravnitel'noe izuchenie sortov l'na-dolgunca v usloviyah Kostromskoj oblasti // Vestnik APK Verhnevolzh'ya. – 2018. - №4(44). – S. 15-19.

УДК 582.973:470.54

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13041

Канд. с.-х. наук **Н.С. ЕВТУШЕНКО**
(ФГБНУ «УрФАНИЦ УрО РАН, Evtush60@yandex.ru»)
Канд. с.-х. наук **Л.А. КОТОВ**
(ФГБНУ «УрФАНИЦ УрО РАН, sadovodnauka@mail.ru»)

НОВЫЙ СОРТ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ ПОЛЯНКА КОТОВА

В настоящее время в мировом садоводстве наблюдается активное внедрение жимолости синей как новой перспективной ягодной культуры. По селекционным достижениям Российская Федерация сохраняет лидирующие позиции в мире, но по производству валовой продукции уступает целому ряду стран, возделывающих данную культуру [1]. Согласно литературным источникам, под насаждениями жимолости в Российской Федерации занято 735 га [2].

В Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации на 2020 г. насчитывается 119 сортов жимолости [3]. Из них большинство сортов предназначено для любительского садоводства. Сорт Полянка Котова обладает рядом положительных свойств (зимостойкостью, сильнорослостью, достаточно компактной формой куста, быстрым восстановлением после обрезки, высокими товарными качествами плодов), которые делают его перспективным для испытания на пригодность к возделыванию в промышленных условиях по интенсивным технологиям.

Цель исследования – создать сорт жимолости, адаптированный к условиям Среднего Урала.

Материалы, методы и объекты исследований. Климат Свердловской области – континентальный, с продолжительным холодным периодом и коротким летом. Средняя температура января составляет $-16...-17^{\circ}\text{C}$, июля – $+16,5...+18,5^{\circ}\text{C}$. В зимний период возможно вторжение как холодных арктических масс, так и южных циклонов, вызывающих оттепели. Заморозки бывают не только в мае, но и в июне. Сумма положительных температур за 10-градусный период – $1600-1800^{\circ}\text{C}$. Сумма осадков за вегетационный период – $225-250$ мм [4]. В последние несколько десятков лет все чаще наблюдаются погодные аномалии. Так, на период сортоизучения жимолости пришлось очень холодная зима 2005–2006 г. ($-40...-42^{\circ}\text{C}$, январь 2006 г.). Разнообразными погодными флуктуациями характеризовалась зима 2009-2010 г. Во-первых, был нарушен процесс закалки, когда после положительных температур в декабре 2009 г. наступили морозы до -32°C . Во-вторых, наблюдался длительный морозный период (в течение 10 дней января 2010 г. ночные температуры держались на уровне -30°C и ниже). И в-третьих, сильные морозы были отмечены и в конце зимы ($-35,5^{\circ}\text{C}$, февраль 2010 г.). Весна 2008 г. отличилась резким перепадом температур (в апреле в трехдневный срок с $+22^{\circ}\text{C}$ до -13°C). В последние десятилетия сумма активных температур может составлять $1900-2000^{\circ}\text{C}$ и больше. В летние месяцы стали наблюдаться резкие перепады температуры.

Почвы – дерново-подзолистые, тяжелосуглинистые [5]. Участок на богаре. Перед закладкой внесен торф из расчета 200 т на 1 га. В дальнейшем удобрения не использовались.

Объект исследований – сеянец жимолости синей (№ 6).

Исследования проводились в ФГБНУ «УрФАНИЦ УрО РАН» – структурном подразделении «Свердловская селекционная станция садоводства» на УНУ «Генофонд плодовых, ягодных и декоративных культур на Среднем Урале», в г. Екатеринбурге в течение 17 лет (2003-2019 гг.) Схема посадки $4 \times 1,2$ м. Повторность трехкратная, растение – повторность. Количество растений – 30 шт. Контроль – сорт Голубое веретено.

Учеты и наблюдения выполнены в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [6] и «Программой и методикой селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [7]. Для морфологического описания использовали «Классификатор рода *Lonicera L.*» [8].

Биохимический анализ плодов выполнен в лаборатории биологически активных веществ ГОУВ ВПО «Уральский государственный лесотехнический университет» по общепринятой методике.

Расчеты по экономической эффективности проведены исходя из цен, сложившихся в Свердловской области, и реальных затрат Свердловской селекционной станции садоводства на период экономической оценки.

Результаты исследований. Сорт Полянка Котова (форма № 6) получен Л.А. Котовым из семян от свободного опыления жимолости синей (*Lonicera caerulea* L.) на базе личного садового участка и передан на Свердловскую селекционную станцию садоводства для испытания на общем агрофоне с другими сортами жимолости. Год посева – 1985, вступления в плодоношение – 1989, отбора элитного сеянца – 1990, в опыте по первичному сортоизучению жимолости – с 2003 г., в госиспытании – с 2011 г. С 2021 г. решением комиссии филиала ФГБУ «Госсорткомиссия» по Свердловской области сорт Полянка Котова рекомендован к районированию по Волго-Вятскому региону.

Морфологическое описание. Куст сильнорослый, крона среднераскидистая, среднезагущенная. Средняя высота взрослых растений 1,7–2,0 м, объем кроны более 5,0 м³ [9]. Форма кроны в молодом возрасте округлоовальная, во взрослом – широкоовальная. Побеги прямые, среднеоблиственные, у молодых растений – интенсивно розовые, у взрослых – с антоциановой краской с верхней стороны, опушенные, матовые. Почки среднего размера, розовые. Листья крупные. Форма листа удлинено-овальная или яйцевидная. Цвет спокойный зеленый. Пластинка листа голая, матовая, слабо морщинистая, прямая у зрелых листьев, слегка вогнутая у молодых. Зубчики отсутствуют. Основание листа выпуклое или с мелкой выемкой. Длина листа – 4,0–6,5 см, ширина – 2,4–2,6 см. Основание листа округлое или сердцевидное, верхушка тупо заостренная. Опушения нет. По средней жилке снизу листа имеются редкие короткие волоски. Длина черешка 3–5 мм. Прилистники имеются на побегах возобновления, направлены вниз, форма полуокруглая. Цветки крупные, бледно-желтой окраски. Прицветники листовидные с волосками. Чашелистики широкие.

В зависимости от условий года цветение проходило с 8–19 мая по 14–30 мая. Лучший опылитель – сорт Ленита, допустимый – Голубое веретено. Завязь голая, овальная, без граней. Плоды (соплодия) крупные, удлинено-овальной формы, уплощенные по длине. Поверхность слабо бугристая. Обертка обычно сомкнутая, редко несомкнутая. Восковой налет сильный. Основание неровно бугристое. Чашечки довольно мелкие, могут быть скрыты в обертке, либо оставаться полуоткрытыми. В этом случае на верхушке плода наблюдается валик. Окраска темно-синяя с сизым налетом. Кожица средней толщины. Опушение отсутствует, но могут встречаться отдельные волоски. Верхушка плодов заостренная или с валиком. Плодоножка короткая, полуоткрытая, покрыта редкими волосками. Длина плодоножки 3 мм.

Созревание раннее, достаточно дружное. Количество сборов – 1-2. Начало окрашивания плодов в зависимости от погодных условий – 5-19 июня, средняя дата 15 июня. Средняя масса плодов за 9 лет наблюдений – 0,88 г, максимальная – 1,3 г. У контрольного сорта Голубое веретено – 0,83 г и 1,1 г соответственно. Длина плодов – 2,0-2,5 см, ширина – 0,9-1,2 см (рис.). Семян среднее количество. Привлекательность плодов 4,8 балла. Мякоть нежная, вкус пресновато- или кисловато-сладкий, нежный. Кожица средней плотности. Дегустационная оценка свежих плодов – 4,5-4,6 балла, размороженных после 8-месячного хранения – 4,4 балла (у контрольного сорта 3,7 балла). После размораживания выделяется значительное количество сока. Биохимический состав свежих плодов: растворимых сухих веществ – 11,4-16,8%; сахаров – 6,65-7,06%; кислот – 2,68-3,43%; витамина С – 24,1-75,7 мг%; антоцианов – 0,73-1,12%.

Отрыв плодов легкий сухой. При сотрясении куста зрелые плоды могут осыпаться.

Зимостойкость высокая. Сорт успешно перенес температуру -40°C (январь 2006 г.). Подмерзание однолетних приростов наблюдалось только один раз, после проблемной зимы 2009-2010 г. Весенний перепад температур (апрель 2008 г.) привел к снижению интенсивности

цветения и продуктивности. Подмерзание верхушечных почек сорта отмечалось достаточно часто ввиду подверженности сорта вторичному цветению при осеннем потеплении. Устойчивость к засухе средняя, может наблюдаться измельчание плодов. Жаростойкость высокая.



Рис. Плодоношение сорта жимолости Полянка Котова

Устойчивость к вредителям. Основными вредителями, встречавшимися на растениях сорта, были два вида тли – жимолостная верхушечная (*Semiaphis tataricae* Aiz) и жимолостно-злаковая (*Rhopalomyzus Ionicerae* Skeb.). Средний балл повреждения верхушечной тлей составлял – 0,8, максимальный – 2,0. Повреждение жимолостно-злаковой тлей в среднем – 1,0 балла, максимально – 2,5 балла. В отдельные годы отмечалось повреждение жимолостной узкотелой златкой (*Agrilus coeruleus* Ratz.). Сорт является привлекательным для птиц. Зимние повреждения верхушечных почек достигают 40% и выше [10].

Урожайность сорта Полянка Котова за 9 лет плодоношения (2007–2015 гг.) составила 2,4 кг с куста, контрольного сорта Голубое веретено – 1,3 кг. Средняя урожайность в период полного плодоношения у Полянки Котова – 3,1 кг с куста, у контрольного сорта – 1,8 кг с куста. Рентабельность сорта Полянка Котова – 199%, контрольного сорта Голубое веретено – 130%. Затраты окупаются на 6-й год возделывания [11].

Достоинства сорта: высокая зимостойкость, высокая урожайность, десертный вкус плодов в свежем виде и после заморозки, устойчивость к вредителям и болезням.

Недостатки сорта: осыпаемость плодов, в отдельные годы осеннее цветение верхушечных почек [12].

Выводы. Сорт жимолости Полянка Котова рекомендуется для любительского садоводства в регионах без выраженного осеннего потепления, для промышленного возделывания в поливных условиях.

Литература

1. **Bors B.** Haskap & Japan. – URL: <https://www.cropweek.com/presentations/2007/2007-jan12-fruit-bors-haskap.pdf/> (дата обращения: 20.06.2020).
2. **Czernieno A.** Trendy w rozwoju ogrodnictwa przemysłowego wicikrzeu w Rosji cena odmian pod kątem porzeb rynkowych. // III Międzynarodowa konferencja Kamczacka 2019. – Krakow: Hortus Media, 2019. – P. 107-114.
3. **Государственный реестр** селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений» (официальное издание). – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 680 с.
4. **Агроклиматические ресурсы Свердловской области.** – Л.: Гидрометеиздат, 1978. – 158 с.
5. **Краткое агроклиматическое описание** района расположения агрометеостанции. Свердловск (Уктус). – Свердловск, 1959. – 53 с.
6. **Программа и методика** сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд. ВНИИСП, 1999. – С. 444-456.

7. **Программа и методика** селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: Изд. ВНИСПК, 1995. – С. 483-491.
8. **Классификатор рода *Lonicera L.*** – Л., 1988. – 26 с.
9. **Евтушенко Н.С.** Жимолость – ведущая культура для северного садоводства // Селекция и сорторазведение садовых культур: Инновации в селекции плодовых и ягодных культур: материалы Международной научно-практической конференции. – Орел, 2016. – Т.3. – С. 42-44.
10. **Евтушенко Н.С.** Изучение жимолости синей (*Lonicera caerulea* Rehd) в условиях Среднего Урала: основные результаты и проблемы возделывания. // Ученые записки Челябинского отделения Русского ботанического общества. – Челябинск, 2017. – Вып. 1. – С. 75-85.
11. **Евтушенко Н.С.** Экономическая эффективность возделывания жимолости в условиях Среднего Урала // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Т. XXXX. – Ч.2. – С. 112-116.
12. **Евтушенко Н.С.** Осеннее цветение сортов жимолости синей на Среднем Урале // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. XXXXIII. – С. 61-64.

Literatura

1. **Bors B.** Haskap & Japan. – URL: <https://www.cropweek.com/presentations/2007/2007-jan12-fruit-bors-haskap.pdf/> (data obrashcheniya: 20.06.2020).
2. **Czernieno A.** Trendy w rozwoju ogrodnictwa przemyslowego wicikrzeu w Rosji cena odmian pod katem porzeb rynkowych. // III Miedzynarodowa konferencja Kamczacka 2019. – Krakow: Hortus Media, 2019. – P. 107-114.
3. **Gosudarstvennyj reestr** selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyh k ispol'zovaniyu. T.1. «Sorta rastenij» (oficial'noe izdanie). – М.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2020. – 680 s.
4. **Агроклиматические ресурсы Свердловской области.** – Л.: Гидрометеоздат, 1978. – 158 с.
5. **Kratkoe agroklimaticheskoe opisanie** rajona raspolozheniya agrometeorostancii. Sverdlovsk (Uktus). – Sverdlovsk, 1959. – 53 s.
6. **Programma i metodika** sortoizucheniya plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. – Орел: Изд. VNIISP, 1999. – С. 444-456.
7. **Programma i metodika** selekcii plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur. – Орел: Изд. VNIISP, 1995. – С. 483-491.
8. **Klassifikator roda *Lonicera L.*** – Л., 1988. – 26 с.
9. **Evtushenko N.S.** ZHimolost' – vedushchaya kul'tura dlya severnogo sadovodstva // Selekcija i sortorazvedenie sadovyh kul'tur: Innovacii v selekcii plodovyh i yagodnyh kul'tur: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Орел, 2016. – Т.3. – С. 42-44.
10. **Evtushenko N.S.** Izuchenie zhimolosti sinej (*Lonicera caerulea* Rehd) v usloviyah Srednego Urala: osnovnye rezul'taty i problemy vzdelyvaniya. // Uchenye zapiski CHelyabinskogo otdeleniya Russkogo botanicheskogo obshchestva. – CHelyabinsk, 2017. – Vyp. 1. – S. 75-85.
11. **Evtushenko N.S.** Ekonomicheskaya effektivnost' vzdelyvaniya zhimolosti v usloviyah Srednego Urala // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2014. – Т. XXXX. – CH.2. – С. 112-116.
12. **Evtushenko N.S.** Osennee cvetenie sortov zhimolosti sinej na Srednem Urale // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2015. – Т. XXXXIII. – С. 61-64.

УДК 632.952

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13045

Аспирант **В.В. МАКАРЕНКО**
(ФГБОУ СПбГАУ, v_m_94@mail.ru)
Доктор с.-х. наук, профессор **В.И. ДОЛЖЕНКО**
(ФГБНУ ВИЗР, ФГБОУ ВО СПбГАУ)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДНОЙ КОМБИНАЦИИ МЕФЕНТРИФЛУКОНАЗОЛА И ПИРАКЛОСТРОБИНА НА ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Пшеница, как и другие зерновые культуры, поражается различными болезнями, среди которых высокое распространение в Северо-Западном регионе получили септориоз *Septoria tritici* Berk, мучнистая роса *Blumeria graminis* DC, пиренофороз *Pyrenophora tritici-repentis* Died [1]. Для защиты пшеницы от болезней используется комплексный подход при реализации защитных мероприятий, которые следуют из интегрированной защиты растений [2, 3, 4, 5]. Современным эффективным методом контроля листостеблевых болезней зерновых являются фунгицидные обработки [6, 7, 8]. Получение высоких урожаев колосовых культур без их применения практически является невозможным. Ассортимент российского пестицидного рынка постоянно совершенствуется, появляются новые действующие вещества, препаративные формы и комбинации из разных действующих веществ, отвечающие предъявляемым на сегодняшний день требованиям [8, 9].

Цель исследований заключалась в оценке эффективности применения нового комбинированного препарата на основе мефентрифлуконазола и пиракlostробина в ограничении развития мучнистой росы и пиренофорозно-септориозной пятнистости и их влияние на урожайность яровой и озимой пшеницы.

Новизна исследований – впервые изучено действие фунгицида с комбинацией действующих веществ мефентрифлуконазола и пиракlostробина на листостеблевые болезни на посевах пшеницы в условиях Ленинградской области.

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования проводились на Меньковской опытной станции филиала Агрофизического НИИ (Гатчинский район, Ленинградская область). Культуры – яровая пшеница сорта Дарья, озимая пшеница сорта Московская 56.

В первом опыте в фазу кушения пшеницы яровой изучали действие комбинированного фунгицида в нормах применения 0,4 и 0,6 л/га; стандарта Спирит, СК в норме применения 0,6 л/га и контроля – без обработки. Во втором опыте на посевах яровой пшеницы в фазу выхода в трубку применяли препарат в норме 0,4, 0,6, 0,8 и 1,0 л/га; стандарта Спирит, СК в норме применения 0,6 л/га и контроля – без обработки. Исследования проводились в 2018 и 2019 гг. Опрыскивание однократное.

В третьем опыте на посевах озимой пшеницы в фазу кушения растений изучали действие фунгицида в норме применения 0,4, 0,6, 0,8 и 1,0 л/га; стандарта Спирит, СК в норме применения 0,6 л/га; контроль – без обработки. Опыт проводился в 2019 г. Опрыскивание двукратное.

Повторность вариантов опытов четырехкратная. Размер делянок – 10 м². Обработка проводилась ручным опрыскивателем «Solo 400». Определение биологической эффективности и учеты болезни проводили в соответствии с «Методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве» [10].

Результаты исследований. В 2018 году в фазу кушения растений было установлено, что против пиренофорозно-септориозной пятнистости на 21-е сутки после обработки (12.07.18) по эффективности комбинированный препарат при 2-х нормах применения: 93,4% (0,4 л/га); 96,1% (0,6 л/га) был на уровне стандарта (91,4%) при развитии болезни в контроле 15,2% (табл. 1). На 32-е сутки учета (23.07.18) эффективность испытываемого препарата при 2-х нормах применения: 52,0% (0,3 л/га); 55,9% (0,6 л/га) уступала эффективности стандарта (63,4%) при нарастании развития болезни в контроле до 20,2%.

Против мучнистой росы на 21-е сутки после обработки (12.07.18) испытываемый препарат при 2-х нормах применения: 11,8% (0,4 л/га); 13,7% (0,6 л/га) был малоэффективным и значительно уступал стандарту (52,9%) при развитии болезни в контроле 5,1%. В дальнейшем, на 32-ые сутки (23.07.18), эффективность комбинированного фунгицида при нормах применения 0,4 л/га (25,4%) и 0,6 л/га (61,9%) превышала эффективность стандарта (19,0%) при развитии болезни в контроле 6,3%.

Наибольшая прибавка урожайности получена в варианте с испытываемым препаратом в норме применения 0,6 л/га (28,1%).

Таблица 1. Эффективность мефентрифлуконазола и пираклостробина против комплекса болезней на пшенице яровой в фазу кушения (2018 г.)

| Вариант опыта | Норма применения, л/га | Септориозно-пиренофорозная пятнистость | | | | Мучнистая роса | | | | Урожайность, ц/га |
|-----------------------------------|------------------------|--|-------------------|--------------|-------------------|----------------|-------------------|--------------|-------------------|-------------------|
| | | 12.07.18 | | 23.07.18 | | 12.07.18 | | 23.07.18 | | |
| | | раз-витие, % | эффе-ктивность, % | раз-витие, % | эффе-ктивность, % | раз-витие, % | эффе-ктивность, % | раз-витие, % | эффе-ктивность, % | |
| Мефентрифлуконазол+пираклостробин | 0,4 | 1,0 | 93,4 | 9,7 | 52,0 | 4,5 | 11,8 | 4,7 | 25,4 | 16,6 |
| | 0,6 | 0,6 | 96,1 | 8,9 | 55,9 | 4,4 | 13,7 | 2,4 | 61,9 | 18,7 |
| Спирит, СК | 0,6 | 1,3 | 91,4 | 7,4 | 63,4 | 2,4 | 52,9 | 5,1 | 19,0 | 15,7 |
| Контроль | - | 15,2 | - | 20,2 | - | 5,1 | - | 6,3 | - | 14,6 |
| НСР ₀₅ | | | | | | | | | | 2,8 |

В 2018 году в фазу выхода в трубку растений против пиренофорозно-септориозной пятнистости на 15-е сутки (20.07.18) после обработки по эффективности испытываемый препарат при 4-х нормах применения: 73,5% (0,4 л/га); 82,0% (0,6 л/га); 87,7% (0,8 л/га); 84,4% (1,0 л/га) превышал стандарт (67,3%) при развитии болезни в контроле 21,1% (табл.2). В дальнейшем, на 25-е сутки после обработки (30.07.18), на фоне отмирания листьев нижних ярусов и значительного снижения эффективности испытываемый препарат при 4-х нормах применения: 37,4% (0,4 л/га); 40,3% (0,6 л/га); 44,6% (0,8 л/га); 47,2% (1,0 л/га) превышал стандарт (31,5%) при развитии болезни в контроле 30,5%.

Против мучнистой росы на 15-е сутки после обработки (20.07.18) эффективность испытываемого препарата при минимальной норме применения 0,4 л/га (64,3%) была на уровне эффективности стандарта (67,1%), при 3-х больших нормах применения: по 76,4% (0,6 и 0,8 л/га); 83,6% (1,0 л/га) превышала его при развитии болезни в контроле 14,0%. На 25-е сутки после обработки (30.07.18) эффективность испытываемого препарата при 4-х нормах применения: 90,0% (0,4 л/га); 96,0% (0,6 л/га); 93,0% (0,8 л/га); 96,5% (1,0 л/га) превышала эффективность стандарта (76,6%) при развитии болезни в контроле 20,1%.

В вариантах с изучаемым препаратом при 4-х нормах применения: 1,4% (0,4 л/га); 3,4% (0,6 л/га); 2,7% (0,8 л/га); 4,1% (1,0 л/га) достоверные различия в урожайности пшеницы яровой не были выявлены.

Таблица 2. Эффективность мефентрифлуконазола и пираклостробина против комплекса болезней на пшенице яровой в фазу выхода в трубку (2018 г.)

| Вариант опыта | Норма применения, л/га | Септориозно-пиренофорозная пятнистость | | | | Мучнистая роса | | | | Урожайность, ц/га |
|---|------------------------|--|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | 20.07.18 | | 30.07.18 | | 20.07.18 | | 30.07.18 | | |
| | | раз- витие, % | эффе- ктив- ность, % | раз- витие, % | эффе- ктив- ность, % | раз- витие, % | эффе- ктив- ность, % | раз- витие, % | эффе- ктив- ность, % | |
| Мефентрифлу- коназол+пирак- лостробин | 0,4 | 5,6 | 73,5 | 19,1 | 37,4 | 5,0 | 64,3 | 2,0 | 90,0 | 14,8 |
| | 0,6 | 3,8 | 82,0 | 18,2 | 40,3 | 3,3 | 76,4 | 0,8 | 96,0 | 15,1 |
| | 0,8 | 2,6 | 87,7 | 16,9 | 44,6 | 3,3 | 76,4 | 1,4 | 93,0 | 15,0 |
| | 1,0 | 3,3 | 84,4 | 16,1 | 47,2 | 2,3 | 83,6 | 0,7 | 96,5 | 15,2 |
| Спирит, СК | 0,6 | 6,9 | 67,3 | 20,9 | 31,5 | 4,6 | 67,1 | 4,7 | 76,6 | 14,8 |
| Контроль | - | 21,1 | - | 30,5 | - | 14,0 | - | 20,1 | - | 14,6 |
| НСР ₀₅ | | | | | | | | | | 2,5 |

В 2019 году в фазу кушения растений пшеницы было установлено, что против пиренофорозно-септориозной пятнистости на 10-е сутки после обработки (27.06.19) по эффективности испытываемый препарат при 2-х нормах применения (по 50,0%) уступал стандарту (70,0%) на фоне низкого развития болезни в контроле (1,0%) (табл. 3). На 22-е сутки (09.07.19) эффективность испытываемого препарата повысилась и при максимальной норме применения 0,6 л/га (71,4%) была на уровне эффективности стандарта (74,3%), при минимальной норме применения 0,4 л/га (62,9%) уступала ему при развитии болезни в контроле 3,5%. На 35-е сутки после обработки (22.07.19) эффективность испытываемого препарата при большей норме применения 0,6 л/га (64,2%) превышала эффективность стандарта (58,5%), при меньшей норме применения 0,4 л/га (60,4%) была ему близка. Развитие болезни в контроле составило 5,3%.

Таблица 3. Эффективность мефентрифлуконазола и пираклостробина против комплекса болезней на пшенице яровой в фазу кушения (2019 г.)

| Вариант опыта | Норма применения, л/га | Септориозно-пиренофорозная пятнистость | | | | | | Мучнистая роса | | | | Урожайность, ц/га |
|--|------------------------|--|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|---------------------|-------------------------------|-------------------|
| | | 27.06.19 | | 09.07.19 | | 22.07.19 | | 09.07.19 | | 22.07.19 | | |
| | | раз- витие, % | эффе- ктив- ность, % | раз- витие, % | эффе- ктив- ность, % | раз- витие, % | эффе- ктив- ность, % | раз- витие, % | эффе- ктив- ность, % | раз- витие, % | эффе- ктив- ность, % | |
| Мефен- трифлуко- назол+пирак- лостробин | 0,4 | 0,5 | 50,0 | 1,3 | 62,9 | 2,1 | 60,4 | 2,0 | 73,3 | 3,6 | 74,7 | 20,9 |
| | 0,6 | 0,5 | 50,0 | 1,0 | 71,4 | 1,9 | 64,2 | 1,6 | 78,7 | 4,4 | 69,0 | 23,2 |
| Спирит, СК | 0,6 | 0,7 | 70,0 | 0,9 | 74,3 | 2,2 | 58,5 | 3,1 | 58,7 | 4,9 | 62,4 | 21,9 |
| Контроль | - | 1,0 | - | 3,5 | - | 5,3 | - | 7,5 | - | 14,2 | - | 20,9 |
| НСР ₀₅ | | | | | | | | | | | | 2,4 |

По эффективности против мучнистой росы на 22-е сутки после обработки (09.07.19) испытываемый препарат при 2-х нормах применения: 73,3% (0,4 л/га); 78,7% (0,6 л/га) превышал стандарт (58,7%). Развитие болезни в контроле составило 7,5%. На 35-е сутки (22.07.19) учета болезни эффективность испытываемых препаратов сохранялась, при этом

В 2019 году в фазу кущения озимой пшеницы было установлено, что против пиренофорозно-септориозной пятнистости на 13-е сутки после первой обработки (10.06.19) по эффективности испытываемый препарат при 2-х меньших нормах применения 0,4 л/га (4,4%) и 0,6 л/га (8,9%) был малоэффективен; при максимальной норме применения 1,0 л/га (66,7%) был на уровне стандарта (64,4%); при норме применения 0,8 л/га (84,4%), превышал его при развитии болезни в контроле 4,5% (табл. 5).

На 7-е сутки после второй обработки (17.06.19) эффективность испытываемого препарата при всех нормах применения возросла и при 3-х больших нормах применения: 82,9% (0,6 л/га); 92,4% (0,8 л/га); 88,6% (1,0 л/га) превышала эффективность стандарта, показатель которого изменился в меньшей степени (66,7%). При минимальной норме применения 0,4 л/га (56,2%) эффективность уступала стандарту при развитии болезни в контроле 10,5%. В дальнейшем, на 15-е сутки учета болезни, большую эффективность показал испытываемый препарат при нормах применения 0,8 л/га (90,9%) и 1,0 л/га (89,3%), превышая при этом эффективность стандарта (81,8%), при минимальной норме применения: 0,4 л/га (78,5%) показатель был на уровне последнего, при норме применения 0,6 л/га (73,6%) уступал им при нарастании развития болезни в контроле до 12,1%.

Прибавка урожайности, полученная в вариантах с испытываемым препаратом при всех нормах применения, была достоверна и составила 20,9% (0,4 л/га); 29,8% (0,6 л/га); по 34,8% (0,8 и 1,0 л/га).

Таблица 5. Эффективность мефентрифлуконазола и пираклостробина против комплекса болезней на пшенице озимой (2019 г.)

| Вариант опыта | Норма применения, л/га | Септориозно-пиренофорозная пятнистость | | | | | | Урожайность, ц/га |
|------------------------------------|------------------------|--|------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|-------------------|
| | | 10.06.19 | | 17.06.19 | | 25.06.19 | | |
| | | развитие, % | эффективность, % | развитие, % | эффективность, % | развитие, % | эффективность, % | |
| Мефентрифлуконазол+ пираклостробин | 0,4 | 4,3 | 4,4 | 4,6 | 56,2 | 2,6 | 78,5 | 20,9 |
| | 0,6 | 4,1 | 8,9 | 1,8 | 82,9 | 3,2 | 73,6 | 23,1 |
| | 0,8 | 0,7 | 84,4 | 0,8 | 92,4 | 1,1 | 90,9 | 24,0 |
| | 1,0 | 1,5 | 66,7 | 1,2 | 88,6 | 1,3 | 89,3 | 24,0 |
| Спирит, СК | 0,6 | 1,6 | 64,4 | 3,5 | 66,7 | 2,2 | 81,8 | 19,4 |
| Контроль | - | 4,5 | - | 10,5 | - | 12,1 | - | 17,8 |
| НСР ₀₅ | | | | | | | | 2,3 |

Выводы. По результатам двухлетних исследований было выявлено, что испытание препарата с комбинацией действующих веществ мефентрифлуконазола и пираклостробина в фазу кущения яровой пшеницы при 2-х нормах применения 0,4 и 0,6 л/га по эффективности против пиренофорозно-септориозной пятнистости и урожайности был на уровне стандарта Спирит, СК (240+160 г/л) при норме 0,6 л/га. В 2018 году против мучнистой росы испытываемый препарат при 2-х нормах применения оказался малоэффективным, а в 2019 году эффективность препарата имела высокий показатель по отношению к стандарту Спирит, СК.

В 2018 году испытание комбинированного препарата при 4-х нормах применения: 0,4, 0,6, 0,8 и 1,0 л/га в качестве фунгицида для обработки растений пшеницы яровой в фазу выхода в трубку в условиях Ленинградской области показало, что против пиренофорозно-септориозной пятнистости и мучнистой росы испытываемый препарат независимо от нормы применения превышал стандарт Спирит, СК (240+160 г/л). В 2019 году против пиренофорозно-септориозной пятнистости вариант с испытываемым препаратом при всех

нормах применения был на уровне стандарта Спирит, СК (240+160 г/л); против мучнистой росы высокую эффективность показал испытываемый препарат в норме применения 1 л/га, при других нормах применения был на уровне стандарта. По урожайности вариант с испытываемым препаратом при нормах применения 0,6 и 1,0 л/га превышал стандарт.

Применение препарата с комбинацией двух действующих веществ при нормах применения 0,4; 0,6; 0,8 и 1,0 л/га в качестве фунгицида для обработки вегетирующих растений пшеницы озимой сорта Московская 56 в условиях Ленинградской области показало, что по эффективности против пиренофорозно-септориозной пятнистости вариант с испытываемым препаратом при нормах применения 0,8 и 1,0 л/га превышал стандарт Спирит, СК (240+160 г/л) при норме применения 0,6 л/га и обеспечивал достоверную прибавку урожайности.

Литература

1. **Лавринова В.А., Евсеева И.М.** Фунгициды на яровой пшенице // *Зерновое хозяйство*. – 2015. – №1. – С. 65-68.
2. **Туренко В.П., Горяинова В.В.** Эффективность современных фунгицидов в ограничении развития септориоза и мучнистой росы яровой пшеницы // *Вестник Курской ГСХА*. – 2016. – №3. – С. 39-41.
3. **Агибалова В.С., Шевченко В.А.** Экономическая эффективность фунгицидов на озимой пшенице // *Защита и карантин растений*. – 2016. – №6. – С. 48.
4. **Lamari L., Strelkov S.E., Yahyaoui A.** Virulence of *Pyrenophora tritici-repentis* in the countries of the Silk Road // *Can. J. Plant Pathol.* 2005b. Vol. 40, N. 6. P. 431-441.
5. **Соколов М.С., Санин С.С., Долженко В.И.** и др. Концепция фундаментально-прикладных исследований защиты растений и урожая // *Агрохимия*. – 2017. – № 4. – С. 3-9.
6. **Тойгильдин А.Л., Подсевалов М.И., Аюпов Д.Э.** Эффективность фунгицидов на озимой пшенице // *Защита и карантин растений*. – 2014. – №11. – С. 23-24.
7. **Шпаар Д., Бурт У., Ветцел Т.** и др. Защита растений в устойчивых системах земледелия. – Кн.2. – Торжок, 2003. – 374 с.
8. **Долженко В.И., Силаев А.И.** Защита растений: состояние, проблемы и перспективы их решения в зерновом производстве // *Агро XXI*. – 2010. – № 7-9. – С. 3-5.
9. **Гришечкина Л.Д., Ишкова Т.И., Кунгурцева О.В.** Фунгицид для защиты озимой пшеницы от комплекса инфекций // *Защита и карантин растений*. – 2013. – № 6. – С. 46-48.
10. **Методические указания** по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве (под ред. Долженко В.И.). – СПб.: ВИЗР, 2009. – 378 с.

Literatura

1. **Lavrinova V.A., Evseeva I.M.** Fungitsidy na yarovoј pshenitse // *Zernovoe khozyajstvo*. – 2015. – №1. – S. 65-68.
2. **Turenko V.P., Goryainova V.V.** Effektivnost' sovremennykh fungitsidov v ogranichenii razvitiya septorioza i muchnistoj rosy yarovoј pshenitsy // *Vestnik Kurskoј GSKHA*. – 2016. – №3. – S. 39-41.
3. **Agibalova V.S., Shevchenko V.A.** Ekonomicheskaya ehffektivnost' fungitsidov na ozimoј pshenitse // *Zashhita i karantin rastenij*. – 2016. – №6. – S. 48.
4. **Lamari L., Strelkov S.E., Yahyaoui A.** Virulence of *Pyrenophora tritici-repentis* in the countries of the Silk Road // *San. J. Plant Pathol.* 2005b. Vol. 40, N. 6. P. 431-441.
5. **Sokolov M.S., Sanin S.S., Dolzhenko V.I. i dr.** Kontseptsiya fundamental'no-prikladnykh issledovanij zashhity rastenij i urozhaya // *Agrokhimiya*. – 2017. – № 4. – S. 3-9.
6. **Tojgil'din A.L., Podsevalov M.I., Ayupov D.E.** Effektivnost' fungitsidov na ozimoј pshenitse // *Zashhita i karantin rastenij*. – 2014. – №11. – S. 23-24.
7. **Spaar D., Burt U., Vetsel T. i dr.** Zashhita rastenij v ustojchivykh sistemakh zemlepol'zovaniya. – Kн.2. – Torzhok, 2003. – 374 s.

8. **Dolzhenko V.I., Silaev A.I.** Zashhita rastenij: sostoyanie, problemy i perspektivy ikh resheniya v zernovom proizvodstve // Agro XXI. – 2010. – № 7-9. – S. 3-5.
9. **Grishechkina L.D., Ishkova T.I., Kungurtseva O.V.** Fungitsid dlya zashhity ozimoy pshenitsy ot kompleksa infektsij // Zashhita i karantin rastenij. – 2013. – № 6. – S. 46-48.
10. **Metodicheskie ukazaniya** po registratsionnym ispytaniyam fungitsidov v sel'skom khozyajstve (pod red. Dolzhenko V.I.). – SPb.: VIZR, 2009. – 378 s.

УДК 631:171

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13051

Науч. сотрудник **Т.М. МОРОЗОВА**(Костромской НИИСХ – филиал ФГБНУ «ФИЦ картофеля имени А.Г. Лорха»,
e-mail: kniish.dir@mail.ru).

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПОСЕВНОГО ОЗОНИРОВАНИЯ СЕМЯН НА ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Повышение производительности возделываемых сельскохозяйственных культур – значимая задача в производстве сельского хозяйства, которую можно повысить путём стимуляции ростовых процессов, снижением пораженности вредителями и болезнетворной среды. Наряду с широко используемым приемом протравливания фунгицидами, использование нетрадиционного способа озонирования семенного материала, в приборах, генерирующих озон, находит все более широкое применение в растениеводстве. Озонирование – это одно из самых актуальных направлений при производстве экологически чистой продукции [1, 2, 3, 4].

Достоинством разрабатываемой технологии предпосевной обработки семян озоновоздушным потоком в концентрации 1,5 и 2,8 мг/м³, при экспозиции 20 минут является высокая адаптивность к действующим агрономическим приёмам, при этом озон не нарушает экологию окружающей среды и не вызывает генных или структурных модификаций продукции растениеводства. Применение процесса предпосевного озонирования семян крайне перспективно [5].

Цель исследования – определить воздействие предпосевного озонирования семян яровой пшеницы на основные производственные показатели и качество зерна яровой пшеницы.

Материалы, методы и объекты исследований. За исследуемый период с 2015 по 2018 г. на опытном поле ФГБНУ «Костромской НИИСХ», по данным агрохимических анализов, почва имела содержание гумуса – 1,53%, К₂O – 68,5 мг/кг, Р₂O₅ – 156,5 мг/кг, рН_{ксл} – 4,96- 6,0. Для предпосевной обработки семян использовали генератор озона ГОБОС-01 [6, 7], который изготовили научные сотрудники КНИИСХ. Озонирование проводили в течение 20 минут с концентрацией озона 1,5 и 2,8 мг/м³. Озонирование семян было проведено за 7 дней до посева. Площадь опытной делянки 18 м², в трех повторениях. Посев был проведён в оптимальные сроки, 5 млн. всхожих семян на 1 га [8].

Фенологические наблюдения, структуру урожая и урожайность определяли по методике Н.А. Майсурына [9]. При проведении исследовательской работы использовали методику Б.А. Доспехова [10].

Результаты исследований. Данные лабораторных опытов по озонированию семян показали положительное влияние на посевные качества семян яровой пшеницы. На процессы роста и развития наибольшее действие оказала предпосевная обработка озоном с концентрацией 1,5 мг/м³ при экспозиции 20 минут.

Так, энергия прорастания была больше на 9,5%, всхожесть – на 6,2%, чем в контроле. При увеличении концентрации озона до 2,8 мг/м³ степень влияния ниже: энергия прорастания увеличилась в сравнении с контролем только на 6,8%, всхожесть – на 2,6% (рис. 1).



Рис. 1. Влияние обработки семян на энергию прорастания и всхожесть яровой пшеницы, %

Положительные результаты лабораторных исследований послужили основанием для проведения полевых опытов.

Метеорологические условия в годы исследований отличались неравномерным выпадением осадков и неустойчивой температурой воздуха. Условия 2016 года наиболее полно отвечали биологическим требованиям яровой пшеницы и были оптимальными для культуры (ГТК 1,1–1,64). В 2017 году периоды кратковременной засухи чередовались с обильными ливнями, о чём свидетельствуют показатели ГТК, значение которых изменялось от 1,98 до 4,11. Условия 2015 и 2018 гг. не позволили полностью реализовать потенциальные возможности культуры (ГТК 1,88–3,51 и 1,98–2,42 соответственно).

В результате проведённых полевых опытов установлено, что при оценке времени наступления фаз роста и развития культуры визуальных отличий не выявлено. Растения на всех вариантах имели хорошую полевую всхожесть, степень развития и окраску листьев, хорошо кустились. Образование колоса, цветение и созревание также проходили на всех вариантах практически одновременно. Показатели густоты стояния яровой пшеницы по вариантам опыта существенно не отличались, но в дальнейшем предпосевное озонирование семян в той или иной мере повлияло на структуру урожайности яровой пшеницы (табл. 1).

Таблица 1. Основные показатели структуры урожайности возделываемой культуры (в среднем за 2015-2018 гг.)

| Вариант опыта | Густота стояния, шт./м ² | Длина стебля, см | Длина колоса, см | Масса зерна с одного колоса, г | Количество зерен в одном колосе, шт. | Масса тысячи зерен, г |
|-----------------------|-------------------------------------|------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Без озона (контроль) | 431 | 79,9 | 6,7 | 0,90 | 21,0 | 35,2 |
| 1,5 мг/м ³ | 448 | 86,2 | 7,4 | 1,02 | 22,0 | 37,1 |
| 2,8 мг/м ³ | 445 | 84,3 | 7,1 | 0,98 | 22,0 | 36,6 |

При анализе средних значений видно, что в варианте с озонированием 1,5 мг/м³ все продукционные показатели были выше контрольного фона. Прибавка по длине колоса составила 10,4%, по количеству зерен в одном колосе – 4,7% и по массе тысячи зерен – 5,3%. Использование варианта с дозой озона 2,8 мг/м³ положительно сказывалось на показателях структуры урожайности, но в меньшей степени.

Изменение структуры урожайности под действием изучаемых факторов не могло не повлиять на биологическую урожайность зерна яровой пшеницы (рис. 2).

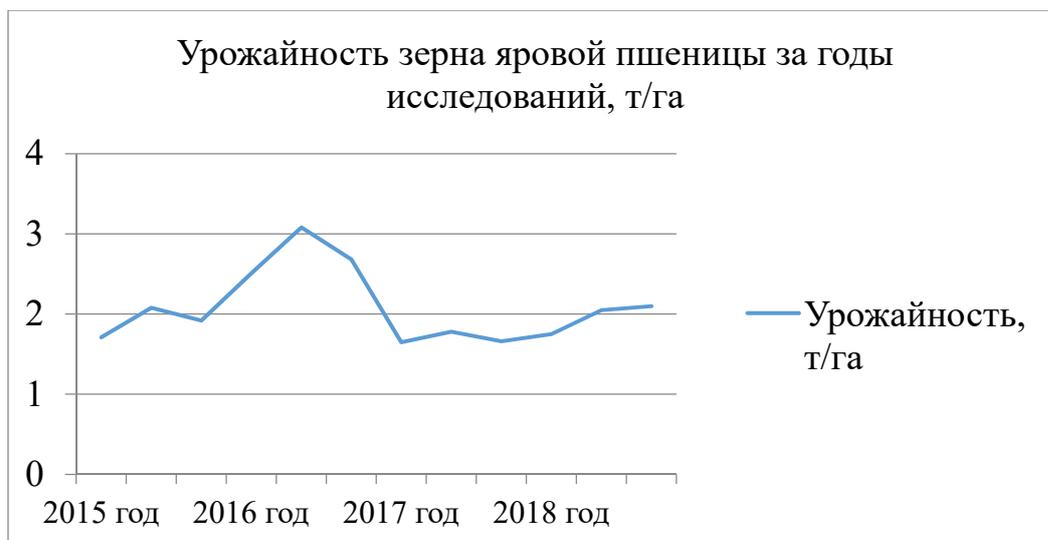


Рис. 2. Изменение продуктивности при разных дозах предпосевого озонирования семян яровой пшеницы сорта Эстер за годы исследований, т/га

Анализ продуктивности показал, что наиболее эффективен приём обработки семян концентрацией 1,5 мг/м³, который обеспечил прибавку урожайности яровой пшеницы на 0,14–0,58 т/га выше контроля (7,8–22,7%). Максимальная продуктивность была получена в условиях 2016 года и составила 3,1 т/га.

Основные качественные характеристики зерна складываются из биохимических показателей, на которые в разной мере повлияла предпосевная обработка озоновоздушным потоком (табл. 2).

Таблица 2. Результаты оценки химического состава зерна под влиянием предпосевого озонирования (в среднем за 2015–2018 гг.)

| Варианты опыта | Сырой белок, кг/га | Биохимические показатели зерна, % | | |
|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|------------------|-------|
| | | P ₂ O ₅ | K ₂ O | N |
| Контроль | 200 | 1,02 | 0,63 | 10,10 |
| 1,5 мг/м ³ | 250 | 1,06 | 0,67 | 11,30 |
| 2,8 мг/м ³ | 241 | 1,03 | 0,63 | 11,23 |

На основании биохимического анализа можно выделить приём предпосевной обработки 1,5 мг/м³, который позволил получить зерно с содержанием белка на 50 кг/га, или на 11,8% больше, чем в контрольном варианте. Выход сырого белка также больше на 20,5–25,0%, чем в контроле. На основании полученных результатов содержание P₂O₅ и K₂O в зерне изученных вариантов выше контроля на 3,9 и 6,3% соответственно [8].

Выводы. Прием обработки семян озонирующей смесью привел к существенному улучшению посевных качеств семян, а именно: энергии прорастания на 6,0–9,5%, всхожести на 2,0–6,8% [8]. Использование озонирования в дозе 1,5 мг/м³ обеспечивает увеличение продуктивности в среднем на 2,25 т/га (18%) выше контроля по таким показателям, как масса тысячи зерен – больше на 5,3%, количество зерен в колосе – на 13,3%. Увеличение дозы озона до 2,8 мг/м³ способствовало прибавке продуктивности на 9,9% в сравнении с контрольным вариантом. Прием предпосевого озонирования независимо от представленной концентрации в разной мере способствует повышению сбора сырого белка на 41–50 кг/га, что характеризует пищевую ценность зерна.

Литература

1. **Нормов Д.А.** Озон против микотоксикозов фуражного зерна // Сельский механизатор. – 2009. – №4. – С. 2–4.
2. **Резчиков В.Г.** Воздействие озона на биологические объекты // Молодые исследователи сельскохозяйственной науки / Челябинский ГАУ. – 1997. – С. 192.
3. **Кривошипин И.П.** Озон в промышленном производстве. М.: Россельхозиздат. – 1999. – С. 96.
4. **Пинчук Л.Г., Сигачёва М.А., Гридина С.Б.** Оценка белковистости зерна яровой пшеницы под влиянием предпосевного озонирования семян в Кузнецкой лесостепи // Вестник Алтайского государственного университета. – 2013. – №9 (119). – С. 6.
5. **Васильчук Н.С.** Предпосевная обработка семян озоном // Современное растениеводство России. – 2004. – № 12. – С. 67-68.
6. **Сорокин А.Н., Морозова Т.М.** Влияние озонирования семян на урожайность и показатели качества зерна яровой пшеницы // Владимирский земледелец. – 2018. – №3. – С. 32-35.
7. **Патент 2352521 RU, С01В 13/11.** Высокочастотный барьерный озонатор; Тышкевич Е.В. заявитель и патентообладатель ГНУ КНИИСХ № 2007132403/15, заявлено 27.08.07; опубл. 20.04.09; Бюл. №11.
8. **Сорокин А.Н., Морозова Т.М.** Эффективность предпосевного озонирования семян при выращивании яровой пшеницы // Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение. – 2019. – №59 (3) – С. 126-132.
9. **Майсурия Н.А.** Практикум по растениеводству. – М.: Колос, 1970. – 446 с.
10. **Доспехов Б.А.** Методика полевого опыта. – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1986. – 351 с.

Literatura

1. **Normov D.A.** Ozon protiv mikotoksikozov furazhnogo zerna // Sel'skij mekhanizator. – 2009. – №4. – S. 2–4.
2. **Rezchikov V.G.** Vozdejstvie ozona na biologicheskie ob"ekty // Molodye issledovateli sel'skokozyajstvennoj nauki / CHelyabinskij GAU. – 1997. – S. 192.
3. **Krivoshipin I.P.** Ozon v promyshlennom proizvodstve. M.: Rossel'hozizdat. – 1999. – S. 96.
4. **Pinchuk L.G., Sigachyova M.A., Gridina S.B.** Ocenka belkovistosti zerna yarovoj pshenicy pod vliyaniem predposevnogo ozonirovaniya semyan v Kuzneckoj lesostepi // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo universiteta. – 2013. – №9 (119). – S. 6.
5. **Vasil'chuk N.S.** Predposevnaya obrabotka semyan ozonom // Sovremennoe rastenievodstvo Rossii. – 2004. – № 12. – S. 67-68.
6. **Sorokin A.N., Morozova T.M.** Vliyanie ozonirovaniya semyan na urozhajnost' i pokazateli kachestva zerna yarovoj pshenicy // Vladimirskij zemledec. – 2018. – №3. – S. 32-35.
7. **Patent 2352521 RU, S01V 13/11.** Vysokochastotnyj bar'ernyj ozonator; Tyshkevich E.V. zayavitel' i patentoobladatel' GNU KNIISKH № 2007132403/15, zayavleno 27.08.07; opubl. 20.04.09; Byul. №11.
8. **Sorokin A.N., Morozova T.M.** Effektivnost' predposevnogo ozonirovaniya semyan pri vyrashchivanii yarovoj pshenicy // Sovremennye naukoymkie tekhnologii. Regional'noe prilozhenie. – 2019. – №59 (3) – S. 126-132.
9. **Majsuryan N.A.** Praktikum po rastenievodstvu. – M.: Kolos, 1970. – 446 s.
10. **Dospekhov B.A.** Metodika polevogo opyta. – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1986. – 351 s.

УДК 632.951:635-2

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13055

Аспирант **В.И. МАКАРЕНКО**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, vdenisova1993@mail.ru)Доктор биол. наук **Т.В. ДОЛЖЕНКО**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, ООО «ИЦЗР», dolzhenkotv@mail.ru)

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИМИДАКЛОПРИДА В БОРЬБЕ С КОМПЛЕКСОМ ВРЕДИТЕЛЕЙ НА РОЗЕ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТА

В настоящее время выращивание чайно-гибридных роз на срез осуществляется методом малообъемной гидропоники [1]. В системе интегрированной защиты цветочных культур ведущую роль по-прежнему занимает химический метод как эффективный и более экономичный способ борьбы с фитофагами [2]. При выращивании чайно-гибридных роз в условиях защищенного грунта часто возникают трудности в регуляции численности вредителей, связанные с появлением резистентных популяций [3, 4]. При анализе современного ассортимента пестицидов был выявлен существенный недостаток количества разрешённых препаратов, поэтому поиск новых действующих веществ позволит решить данную проблему [5, 6]. Основными фитофагами, наносящими серьезный ущерб растениям в течение всего периода их вегетации, являются оранжерейный трипс (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche), тепличная белокрылка (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.), розанная тля (*Macrosiphum rosae* L.) [7-10].

Цель исследований заключалась в изучении биологической эффективности нового инсектицида, содержащего 0,1 г/л имидаклоприда, против комплекса вредных организмов на розе защищенного грунта.

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования проводились в 2018 и 2019 гг. на чайно-гибридной розе в тепличном комбинате АО «Новая Голландия», расположенном в Волховском районе Ленинградской области.

Имидаклоприд относится к неоникотиноидам, для которых характерна высокая биологическая эффективность в достаточно широком диапазоне температур (от +10 до +29°C). Неоникотиноидам свойственны относительная стабильность при высоких температурах воздуха, нелетучесть, нефитотоксичность, устойчивость к гидролизу. Механизм действия выражается в подавлении активности ацетилхолинэстеразы и блокировании работы белковых рецепторов нервных клеток насекомого, что ведет к невозможности проведения нервного импульса, и далее – к параличу и смерти [11, 12].

Схема опыта: имидаклоприд (0,1 г/л) в норме применения 1 л/10 м²; эталон – Биотлин БАУ, ВР (0,1 г/л имидаклоприда) в норме применения 0,7 л на 7 м²; контроль – без обработки. Размер делянки – 0,6 м² (15 растений). Повторность четырехкратная. Обработка проводилась однократно курковым опрыскивателем в период вегетации растений.

Определение биологической эффективности и учёты численности оранжерейного трипса (имаго и личинки), тепличной белокрылки (имаго, личинки 3 и 4 возраста), а также розанной тли (личинки и имаго) проводили в соответствии с методическими рекомендациями по биологической оценке инсектоакарицидов на цветочных культурах защищенного грунта [13].

Методы учета фитофагов:

- подсчет имаго и личинок розанной тли проводили на трех побегах на каждом из пяти растений всех повторностей опыта;

- подсчет личинок и имаго тепличной белокрылки проводили на двух листьях, взятых из нижнего, среднего и верхнего ярусов на трех побегах пяти растений каждой повторности опыта. При учете имаго листья осторожно просматривали непосредственно в теплице. При учете личинок листья просматривали с помощью 7–10-кратной лупы непосредственно на растениях либо под бинокуляром в лаборатории;

- подсчет имаго и личинок оранжерейного трипса проводили на трех побегах пяти растений каждой повторности опыта. Личинок трипса подсчитывают с помощью 7-10-кратной лупы.

Результаты исследований. В результате проведенных исследований была выявлена низкая эффективность имидаклоприда в норме применения 1 л на 10 м² против имаго оранжерейного трипса (рис. 1). Тенденция снижения количества имаго по суткам учетов в опыте была достоверна. Биологическая эффективность неоникотиноида в среднем за 2018 год была на уровне 33,2%, за 2019 год – 48,7%. Действие изучаемого препарата не уступало варианту с эталоном.

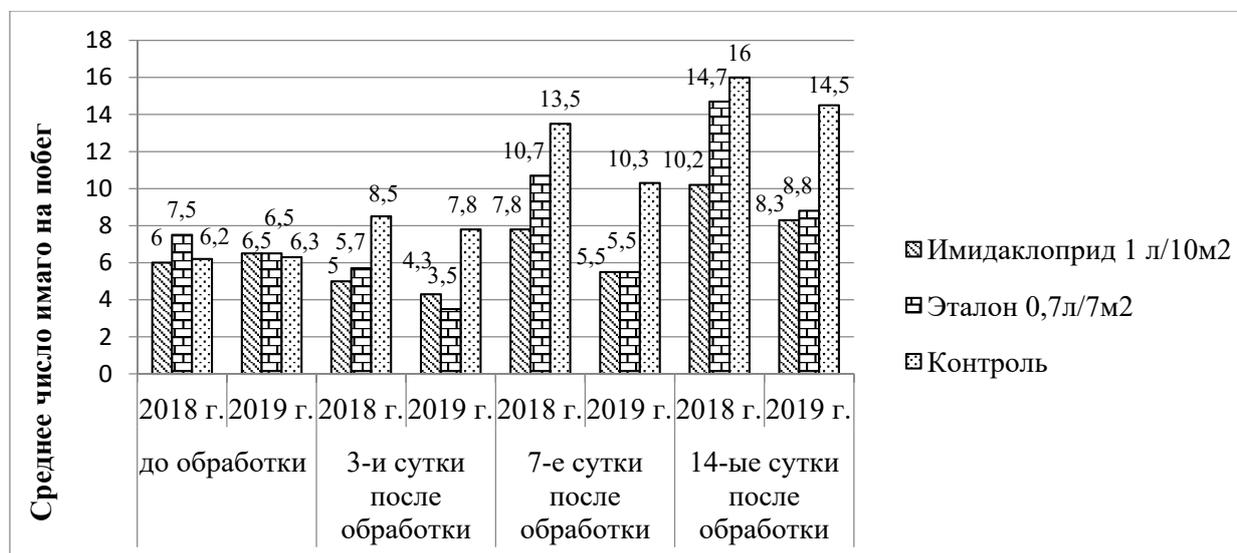


Рис. 1. Влияние имидаклоприда на динамику численности имаго оранжерейного трипса (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche)

Применение нового инсектицида на основе имидаклоприда привело к слабой гибели личинок оранжерейного трипса в 2018 году (рис. 2). При этом максимальные значения смертности личинок выявлены на 3-е сутки после обработки; по отношению к контролю снижение численности личинок в данный период исследований составило 51,4%. В 2019 году эффективность изучаемого препарата не превышала 58,5% (7-ые сутки) и превосходила эффективность эталона.

Таким образом, имидаклоприд (0,1 г/л) в норме применения 1 л/10 м² по результатам двухлетних исследований оказался малоэффективным в борьбе с оранжерейным трипсом на розе в теплицах.

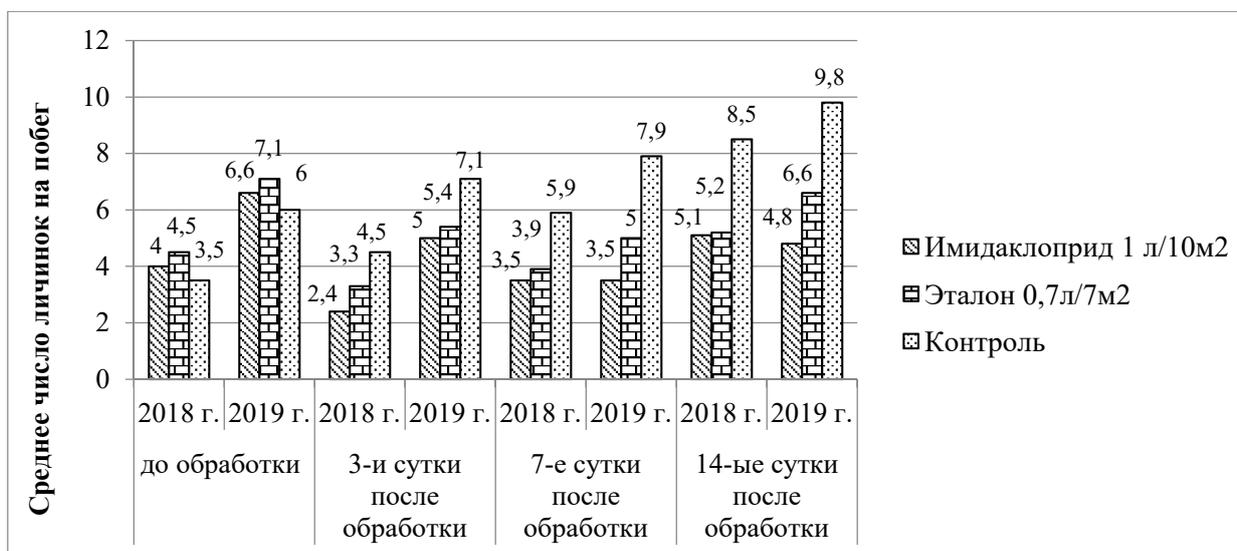


Рис. 2. Влияние имидаклоприда на динамику численности личинок оранжерейного трипса (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche)

При изучении действия имидаклоприда (0,1 г/л) в той же норме применения на имаго тепличной белокрылки было установлено, что наибольшая гибель взрослых особей отмечается на 7-й день после обработки. Биологическая эффективность препарата в данный период учета составила в 2018 году – 88,0%, в 2019 году – 92,5%. Эффективность изученного препарата в 2018 году в среднем была на уровне эффективности эталона, в 2019 году превосходила ее. Стоит отметить, что действие имидаклоприда на имаго тепличной белокрылки отмечалось на протяжении 14-ти суток после обработки (рис. 3).

По результатам исследований максимальная гибель личинок 3 и 4 возрастов тепличной белокрылки после обработки препаратом на основе имидаклоприда была выявлена, так же как и в случае с имаго вредителя, на 7-ые сутки учета (рис.4).

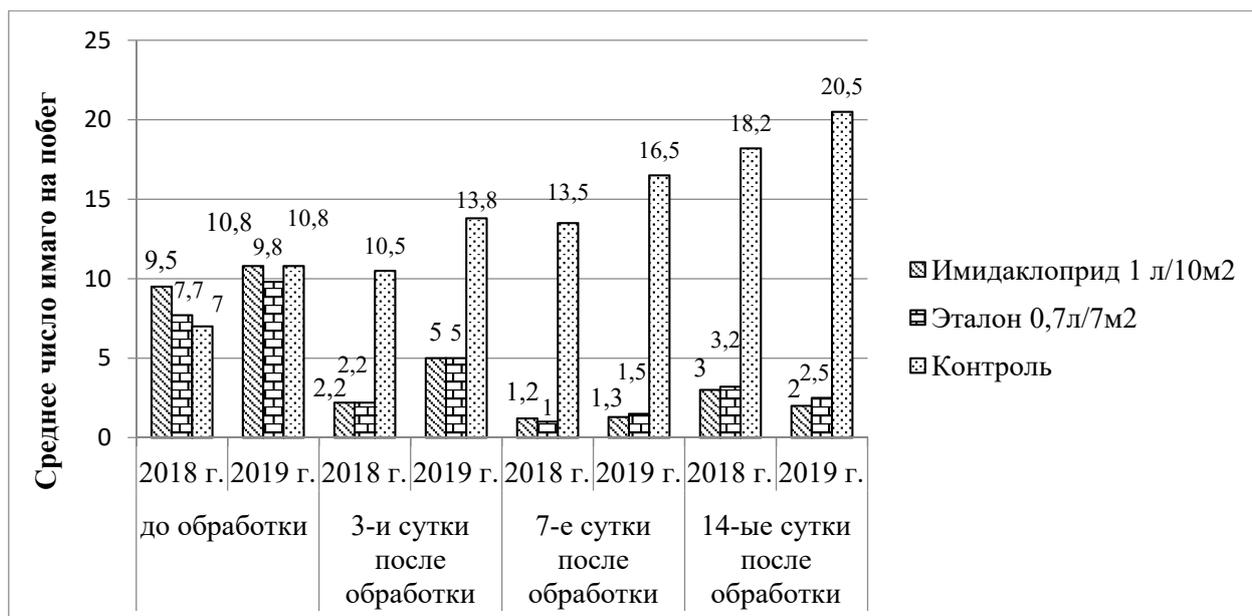


Рис. 3. Влияние имидаклоприда на динамику численности имаго тепличной белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.)

Биологическая эффективность препарата при этом составила в 2018 году 89,2%, в 2019 году – 91%. Эффективность изучаемого препарата за весь период исследований в среднем была на уровне эффективности эталона.

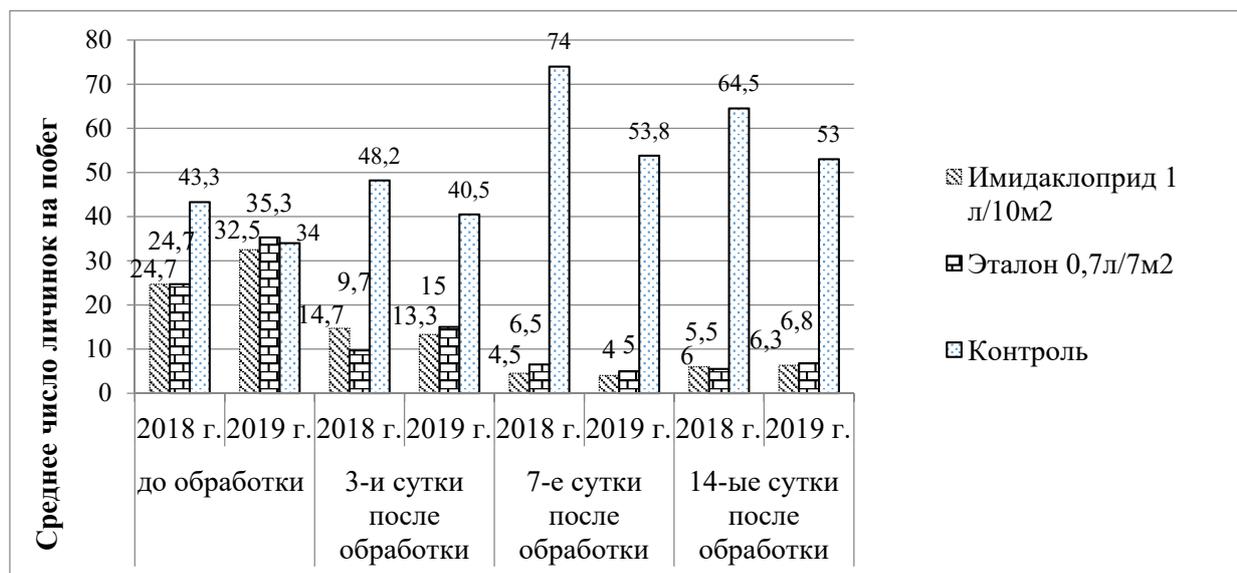


Рис. 4. Влияние имидаклоприда на динамику численности личинок 3 и 4 возрастов тепличной белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.)

За весь период исследований применения имидаклоприда, направленного на борьбу с розанной тлей, была выявлена его высокая биологическая эффективность. Полная смертность особей вредителя наблюдалась уже на 3-и сутки после обработки в 2018 году и на 7-ые сутки в 2019 году, биологическая эффективность при этом была на уровне 100%. Действие изучаемого препарата на имаго и личинок розанной тли было равнозначно действию эталона (рис.5).

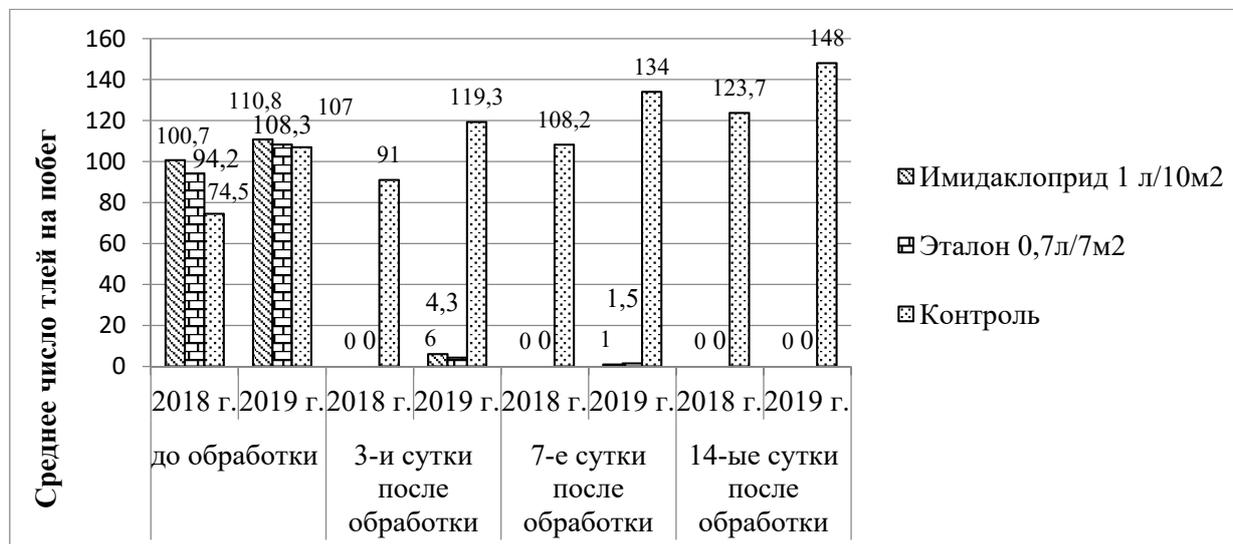


Рис. 5. Влияние имидаклоприда на динамику популяции розанной тли (*Macrosiphum rosae* L.)

Выводы. Изучение действия имидаклоприда (0,1 г/л) в норме применения 1 л/10 м² за 2 года исследований показало низкую эффективность неоникотиноида против оранжерейного трипса (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche). Биологическая эффективность препарата против имаго вредителя за два года не превышала 49,9%; против личинок – 58,5%.

Изучаемый препарат был эффективен в борьбе с тепличной белокрылкой (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.). В среднем за 2 года его эффективность составила: против имаго – 80%, против личинок 3 и 4 возрастов – 75%.

Оценка действия препарата на основе имидаклоприда на чайно-гибридной розе против популяции розанной тли (*Macrosiphum rosae* L.) показала высокую его эффективность (100%) уже на 3-и сутки после обработки.

Литература

1. Азиева И.А., Боровой Е.П. Технология выращивания роз в теплице // Интеграция науки и производства: материалы международной научно-практической конференции. – Волгоград, 2013. – С. 193-196.
2. Стрюкова Н.М., Богаченок И.А. Защита декоративных сортов розы от вредителей в открытом и защищенном грунте // Научные труды ЮФ НУБиП Украины «КАТУ». – 2012. – №148. – С.175-182.
3. Агапов А.И., Шакина Т.Н. Система мероприятий по защите оранжерейных растений от вредителей // Научные труды Чебоксарского филиала Главного ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. – 2020. – № 15. – С. 188-191.
4. Березко О.М. Основные вредители роз в закрытом грунте // Брянская государственная инженерно-технологическая академия. – 2004. – № 8. – С. 66-67.
5. Березовская О.Л., Денисов Н.И. Болезни и вредители садовых роз // Защита и карантин растений. – 2008. – № 2. – С. 22-24.
6. Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных для применения на территории Российской Федерации. – М., 2019. – 1023 с.

7. **Nakahara S., O'Donnell C.A., Mound L.A.** *Heliothrips haemorrhoidalis* and its relatives, with one new species and one new genus (Thysanoptera: Thripidae) // *Zootaxa*. – 2015. – Vol. 4021. – № 4. – P. 578-584.
8. **Белякова О.А., Колесова Е.А., Шестиперов А.А.** Механизм сохранения и распространения белокрылки оранжерейной *Trialeurodes vaporariorum* // Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – 2016. – №17. – С. 49-53.
9. **Gao R.R., Zhang W.P., Zhang R.M.** Population structure of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), an invasive species from the Americas, 60 years after invading China // *International journal of molecular sciences*. – 2014. – Vol. 15. – N. 8. – P. 13514-13528.
10. **Hewer A., Will T., Van Bel A.J.E.** Plant cues for aphid navigation in vascular tissues // *Journal of experimental biology*. – 2010. – Vol. 213. – N. 23. – P. 4030-4042.
11. *The Pesticide Manual*. – BCPC. – 2012. – 561 p.
12. **Илларионов А.И.** Экоотоксикология пестицидов. – Воронеж: ФГБОУ ВО ВГАУ, 2016. – 262 с.
13. **Долженко Т.В., Макаренко В.И., Буркова Л.А.** Методические аспекты биологической оценки инсектоакарицидов на цветочных культурах защищенного грунта // *Овощи России*. – 2019. – №6. – С.105-108.

Literatura

1. **Azieva I.A., Borovoj E.P.** Tekhnologiya vyrashchivaniya roz v teplice // *Integraciya nauki i proizvodstva: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – Volgograd, 2013. – S. 193-196.
2. **Stryukova N.M., Bogachenok I.A.** Zashchita dekorativnyh sortov rozy ot vreditelej v otkrytom i zashchishchennom grunte // *Nauchnye trudy YUF NUBiP Ukrainy «KATU»*. – 2012. – №148. – S. 175-182.
3. **Agapov A.I., SHakina T.N.** Sistema meropriyatij po zashchite oranzherejnyh rastenij ot vreditelej // *Nauchnye trudy SHeboksarskogo filiala Glavnogo botanicheskogo sada im. N.V. Cicina RAN*. – 2020. – № 15. – S. 188-191.
4. **Berezko O.M.** Osnovnye vrediteli roz v zakrytom grunte // *Bryanskaya gosudarstvennaya inzhenerno-tehnologicheskaya akademiya*. – 2004. – № 8. – S. 66-67.
5. **Berezovskaya O.L., Denisov N.I.** Bolezni i vrediteli sadovyh roz // *Zashchita i karantin rastenij*. – 2008. – № 2. – S. 22-24.
6. **Gosudarstvennyj katalog** pesticidov i agrohimikatov, razreshennyh dlya primeneniya na territorii Rossijskoj Federacii. – M., 2019. – 1023 s.
7. **Nakahara S., O'Donnell C.A., Mound L.A.** *Heliothrips haemorrhoidalis* and its relatives, with one new species and one new genus (Thysanoptera: Thripidae) // *Zootaxa*. – 2015. – Vol. 4021. – № 4. – P. 578-584.
8. **Belyakova O.A., Kolesova E.A., SHestiperov A.A.** Mekhanizm sohraneniya i rasprostraneniya belokrylki oranzherejnoj *Trialeurodes vaporariorum* // *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami*. – 2016. – №17. – S. 49-53.
9. **Gao R.R., Zhang W.P., Zhang R.M.** Population structure of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood), an invasive species from the Americas, 60 years after invading China // *International journal of molecular sciences*. – 2014. – Vol. 15. – N. 8. – P. 13514-13528.
10. **Hewer A., Will T., Van Bel A.J.E.** Plant cues for aphid navigation in vascular tissues // *Journal of experimental biology*. – 2010. – Vol. 213. – N. 23. – P. 4030-4042.
11. **The Pesticide Manual**. – BCPC. – 2012. – 561 r.
12. **Illarionov A.I.** Ekotoksikologiya pesticidov. – Voronezh: FGBOU VO VGAU, 2016. – 262 s.
13. **Dolzhenko T.V., Makarenko V.I., Burkova L.A.** Metodicheskie aspekty biologicheskoy ocenki insektoakaricidov na cvetochnyh kul'turah zashchishchennogo grunta // *Ovoshchi Rossii*. – 2019. – №6. – S.105-108.

УДК 633.511+631.81+631.416.1+631.86.1

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13060

Канд. биол. наук **Ф.Н. ПИРАХУНОВА**
(Республика Узбекистан, ТашФАРМИ, Farida.piroxunova@mail.ru)

Канд. биол. наук, профессор **А.А. АБЗАЛОВ**
(Республика Узбекистан, ТашФАРМИ, akmal.38@yandex.ru)

Канд. с.-х. наук **А.А. НУРМУХАМЕДОВ**
(Республика Узбекистан, ТашФАРМИ, akmal.38@yandex.ru)

ЗНАЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СНИЖЕНИИ ОПАДЕНИЯ ПЛОДОЭЛЕМЕНТОВ ХЛОПЧАТНИКА

Изучение аммофоса как сложного удобрения началось относительно недавно. Он оказался перспективным удобрением для хлопкосеющих районов.

Аммофос ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$) – высококонцентрированное, сложное азотно-фосфорное удобрение. Его эффективность в качестве удобрения заметно выше, чем простого суперфосфата. Кроме того, он меньше, чем другие виды фосфорных удобрений, закрепляется в почве.

При основном внесении аммофоса вносится большое количество азота в аммонийной форме (40-50 кг/га). При основном внесении (под зябь) аммофоса под хлопчатник и, следовательно, при длительном его взаимодействии в зимне-весенний период с почвой, в результате нитрификации и денитрификации аммонийного азота он может газообразно теряться в виде элементарного, закисной и окисной форм, а нитраты и нитриты подвергаются вымыванию, что приводит к загрязнению окружающей среды и вод источников, особенно в условиях луговых и лугово-болотных почв с близким залеганием грунтовых вод. При внесении аммофоса могут быть не только газообразные потери, но и вымыв азота в виде нитратов за пределы корнеобитаемого слоя. Это может привести к загрязнению окружающей среды, в связи с чем разработка приемов, снижающих потери в повышающих коэффициентах использования азота аммофоса, имеет большое научно-производственное значение.

В задачу наших исследований входило изучение потерь азота аммофоса и почвы, установление закономерности роста, развития и формирования урожая хлопка-сырца при внесении его с ингибитором нитрификации АТГ.

Значительная часть азота удобрений (20-40%) закрепляется в почве в органической форме, другая часть (30-40%) теряется в газообразной форме и в результате вымывания на почвенной толще [1].

При применении ^{15}N установлено, что из вносимых удобрений (200-300 кг/га) хлопчатник использует порядка 40-42% азота, закрепляется в почве 18-20%. Основная причина низкого потребления хлопчатником азота удобрений – газообразные потери, которые составляют 40-45% [2].

Увеличение доз азотных удобрений способствует нарушению баланса и круговорота питательных элементов, загрязнению окружающей среды нитратами, ухудшению биологических свойств почв и возделываемых культур. [3]. Сочетание же минеральных удобрений с навозом не только повышает их биологическую активность, но и устраняет негативные свойства [4].

В результате проведенных многолетних исследований ученые пришли к выводу, что удобрения оказывают заметное влияние на состояние гумуса почвы. Как они отмечают, применение органических удобрений положительно действует на состояние гумуса. Навоз, приготовленный из различных органических отходов, компосты способствуют увеличению количества гумуса и улучшению его качества [5].

Внесение амидных или аммиачных форм азота удобрений быстро нитрифицируются, образуя нитраты и нитриты. Эти формы азота в почве – субстрат для анаэробных микроорганизмов – денитрификаторов, в результате жизнедеятельности которых происходят газообразные потери азота в форме нитратов и нитритов, что загрязняет окружающую среду. Кроме этого нитратная форма азота не поглощается почвой, хорошо передвигается по

профилю почвы под воздействием поливной воды и атмосферных осадков. В условиях близкого залегания грунтовых вод нитраты выщелачиваются, т.е. вымываются в грунтовый поток, что приводит к увеличению концентрации их в водоисточниках [6]. В связи с этим необходимо изучить медленно действующие удобрения, так как длительность их действия на хлопчатник составляет 2-3 года. К таким удобрениям можно отнести сложные полимерные карбамидно формальдегидные удобрения. При этом в системе интенсивного земледелия разработка вопросов питания и применения минеральных удобрений под хлопчатник для получения высокого и рано созревающего урожая с хорошим качеством волокна должна включить полное и сбалансированное обеспечение потребностей этой культуры не только в основных элементах питания (NPK), но и в микроэлементах (Mn,Zn,Cu,Co).

В последние годы в агрохимии питания растений макроэлементами и практике их применения в сельском хозяйстве большое внимание уделяется внутрикомплексным соединениям микроэлементов под названием комплексоны или хелаты [7]. Целесообразность использования комплексных соединений микроэлементов под сельскохозяйственные культуры определяется тем, что они характеризуются прочностью связи металла с хелатообразователем и трудностью замены его другим металлом; способностью противостоять микробиологическому воздействию, устойчивостью гидролиза и растворимостью, отсутствием способности к осаждению, хорошей усвояемостью растений. Остаются мало изученными научные и практические стороны применения микроэлементов в виде координационных соединений.

В последние годы обеспеченность почв, где занимаются орошаемым земледелием, содержанием азота, фосфора и калия постепенно стало снижаться. Это привело к увеличению площади средне- и малообеспеченных азотом почв на 18%, а высокообеспеченных азотом площади земель уменьшилось на 8-10% [8].

Реутилизация (отток) азота удобрений из вегетативных органов в репродуктивные у хлопчатника происходит более интенсивно при внесении навоза, особенно на типичном сероземе, чем на луговой почве. Применение азотных удобрений совместно с ингибиторами нитрификации приводит к уменьшению негативных действий минеральных удобрений на гумус.

Снижение скорости процессов нитрификации способствуют ускорению превращения минерального азота в органический. Ими установлено, что наиболее высокое количество гумуса и запасов азота содержится в почвах варианта, где внесена повышенная норма минеральных удобрений с навозом ($N_{250} P_{180} K_{140} + 20$ т/га навоз) [9].

Комплексные исследования перечисленных выше проблем открывают важный резерв в формировании высокого урожая хлопка-сырца, улучшения его качества и охраны окружающей среды. Исследования в указанных направлениях способствуют разработке научных основ эффективного использования азотных удобрений под хлопчатник, с учетом почвенных условий обеспечивают их фосфором и доступными для растений формами микроэлементов.

Цель исследования – изучить повышение потребления хлопчатником питательных элементов аммофоса и снижение различных видов потерь азота из вносимых удобрений и из почвенных источников путем совместного внесения его с ингибиторами нитрификации (*N-serve*, *АТТ*) и навозом.

Материалы, методы и объекты исследований. Экспериментальная работа выполнялась постановкой микро- и макролизиметрических и полевых опытов на территории опытных участков Узбекского научно-исследовательского института хлопководства и научно-исследовательского института селекции и семеноводства хлопчатника Кибрайского района Ташкентской области. Почву для опытов закладывали с горизонта 0-30 см, микролизиметрических – 0-50 см, макролизиметрических – с горизонта 0-120 см с учетом генетических слоев почвы. Размер микролизиметрических опытов – 0,25 м², макролизиметрических – 1 м². Макролизиметрические опыты глубиной 150 см (где 120-150 см слой набивали песком и галечником разного размера) приспособлены для

сбора лизиметрических вод. Повторность лизиметрических опытов – трехкратная, число растений – 3 шт./лизиметр. Влажность почвы – 75% от ПКВ. Схема опытов приводится в таблице 1.

Таблица 1. Схема опыта

| Варианты опыта | Лизиметрические опыты | | | | Полевые опыты | | | |
|----------------|--------------------------|---|---|---------|--------------------|-----|----|---------|
| | Годовая норма г/лизиметр | | | | Годовая норма г/га | | | |
| | N | P | K | навоз,г | N | P | K | навоз,г |
| 1 | 6 | 5 | 2 | 0 | 250 | 175 | 90 | 0 |
| 2 | 6 | 5 | 2 | 0 | 250 | 175 | 90 | 0 |
| 3 | 6 | 5 | 2 | 20 | 250 | 175 | 90 | 20 |
| 4 | 6 | 5 | 2 | 0 | 250 | 175 | 90 | 0 |

Годовая норма навоза, 50% калия и 70% фосфора вносились под зяблевую вспашку, остальная часть их при посеве и в цветение. Азотные удобрения в первом варианте вносились при посеве (10-12%) и в три подкормки. На втором, третьем вариантах – 35% азота перед посевом и в три подкормки: в фазах двух-трех настоящих листьев, в бутонизацию и цветение. В четвертом варианте 50% азота вносили перед посевом, а остальную часть – в бутонизацию и в цветение хлопчатника. В опытах перед посевом вносили мочевины (46%), а в период вегетации – аммиачную селитру (34%), фосфорные удобрения вносили в виде аммофоса (10-12% N и 46% P₂O₅) до посева, калийные удобрения в виде хлористого калия (60%) перед посевом и в фазу цветения равными частями.

Полевые опыты в четырехкратной повторности, делянка восьмирядковая, размером 442 м² (длина 20 м, ширина 7,2 м). Схема размещения растений – 90х12-1.

Агрохимическая характеристика пахотного и подпахотного горизонтов (0-30 и 30-50 см) исходной почвы полевого опыта: валовые (% к весу почвы), гумус – 2,26 и 1,85; азот – 0,125 и 0,08; фосфор – 0,160 и 0,10; калий – 2,10 и 1,22; подвижные питательные элементы (мг/кг почвы); нитраты – 21,0 и 10,0; фосфор – 33,7 и 4,0; обменный калий – 200 и 120. Посев семян хлопчатника (сорт Бухоро-102) в полевых опытах осуществляли 24 марта 2015 г. и 12 апреля 2016 г.

Почвообразующими породами являются мощные лессовидные отложения с благоприятными водно-физическими свойствами. Грунтовые воды залегают на глубине 1,2-1,5 м и оказывают заметное влияние на формирование почвы.

Результаты исследований. Вегетационными и микролизиметрическими опытами установлено, что во всех рассмотренных вариантах величина использования азота аммофоса в год действия была выше, чем в последствии (табл. 2).

Применение ингибиторов нитрификации *N-serve* и АТГ в составе аммофоса (3% от веса азота аммофоса) и аммофоса с навозом повышало величину использования хлопчатником азота этого удобрения, способствовало усилению его иммобилизации и снижению непроизводительных потерь. При этом величина иммобилизации азота аммофоса при внесении с навозом характеризовалась высокими показателями. За два года (действие и последствие) в вариантах с включением в состав аммофоса ингибиторов нитрификации *N-serve*, АТГ, а также с навозом хлопчатником использовано азота – 38,0; 36,4 и 33,4% соответственно; иммобилизовано в почве – 19,1; 21,0 и 20,0%, терялось его 42,9; 42,6 и 46,6%; тогда как в контроле эти величины составляли 25,3; 21,0 и 53,7%.

Таблица 2. Превращение в почве и использование хлопчатником азота аммофоса при раздельном и совместном внесении с ингибиторами нитрификации и навозом (% от внесенного азота аммофоса, 2015-2016 г.)

| Варианты опыта | Внесено азота аммофоса, г/лизиметр | В год действия | | | После действия | | | Всего за два года | | |
|----------------------------|------------------------------------|------------------------|------------------|--------------|------------------------|------------------|--------------|------------------------|------------------|--------------|
| | | Использовано растением | Осталось в почве | потери | Использовано растением | Осталось в почве | потери | Использовано растением | Осталось в почве | потери |
| Микролизиметрические опыты | | | | | | | | | | |
| 1 | 1,1 | 14,5 ±0,5 | 50,2 ±1,5 | 35,3 ±1,5 | 10,8 ±1,2 | 21,0 ±1,3 | 18,4 ±1,1 | 25,3 ±0,9 | 21,0 ±1,3 | 53,3 ±1,6 |
| 2 | 1,1 | 22,0 ±0,8 | 54,6 ±1,9 | 23,4 ±1,0 | 16,0 ±1,1 | 19,0 ±0,9 | 19,5 ±1,2 | 38,0 ±1,6 | 19,1 ±1,0 | 42,9 ±1,7 |
| 3 | 1,1 | 19,7 ±1,1 | 54,3 ±1,5 | 26,0 ±1,4 | 16,7 ±1,2 | 21,0 ±1,3 | 16,6 ±0,9 | 36,4 ±1,7 | 21,0 ±1,1 | 42,6 ±1,4 |
| 4 | 1,1 | 18,9 ±1,1 | 61,2 ±1,9 | 19,9 ±1,2 | 14,5 ±0,5 | 20,0 ±1,1 | 26,7 ±1,8 | 33,4 ±1,6 | 20,0 ±0,9 | 46,6 ±1,4 |
| Макролизиметрические опыты | | | | | | | | | | |
| 1 | 4,7 | 11,8 ±0,7 | 30,8 ±0,7 | 57,4 ±1,9 | 8,3 ±0,8 | 10,1 ±0,5 | 12,4 ±0,7 | 20,1 ±1,3 | 10,1 ±0,5 | 69,8 ±1,9 |
| 2 | 4,7 | 22,8 ±1,5 | 35,7 ±0,9 | 41,5 ±1,3 | 9,4 ±0,8 | 11,8 ±0,8 | 14,5 ±0,5 | 32,2 ±0,8 | 11,8 ±0,8 | 56,0 ±1,8 |
| 3 | 4,7 | 23,8 ±0,8 | 33,8 ±0,9 | 42,4 ±1,4 | 9,0 ±0,7 | 11,7 ±0,8 | 13,1 ±0,8 | 32,8 ±0,8 | 11,7 ±0,7 | 55,6 ±1,7 |
| 4 | 4,7 | 20,0 ±1,4 | 39,8 ±1,2 | 40,2 ±0,9 | 13,0 ±0,8 | 12,3 ±0,6 | 14,5 ±0,5 | 33,0 ±0,9 | 12,3 ±0,4 | 54,7 ±1,5 |

Макролизиметрические опыты со специальным приспособлением учета фильтрационных вод показали, что при внесении аммофоса с ингибитором нитрификации и навозом величина использования хлопчатником азота аммофоса повышается примерно в 2 раза (табл. 2). В условиях, близких к полевым, увеличивается иммобилизация азота аммофоса, сокращаются его непроемительные потери. На второй год (последствие) ингибиторы нитрификации, особенно навоз, также способствуют увеличению коэффициента полезного действия азота аммофоса на посевах хлопчатника, повышению его иммобилизации и не влияют на величину потерь.

За два года (действие и последствие) использования азота аммофоса растениями опытных вариантов превышало показатели контрольного варианта в 1,5–1,6 раза. Количество оставшегося азота аммофоса в последствии в зависимости от варианта существенно не изменялось, однако потери азота аммофоса за два года при внесении его с ингибитором нитрификации и навозом снизились на 14,8-15,1% против контроля.

Применение в условиях полевых опытов меченого ¹⁵N аммофоса позволило установить, что истинные коэффициенты использования его азота хлопчатником за два года не превышают 31,5%, тогда как включение в состав аммофоса с *N-serve* и АТГ, особенно совместное его внесение с навозом, повышало этот показатель, соответственно, на 10,1; 6,5 и 16,5%, что согласуется с данными лизиметрических опытов (табл. 3).

Таблица 3. Коэффициент использования азота аммофоса хлопчатником при раздельном и совместном внесении его с ингибиторами нитрификации и навозом (% от внесенного количества. Полевые опыты 2015-2016 гг.)

| Варианты опыта | В год действия (2015 г.) | Последствия (2016 г.) | Всего за два года |
|----------------|--------------------------|-----------------------|-------------------|
| 1 | 13,5±0,8 | 18,0±0,7 | 31,5±0,8 |
| 2 | 20,6±1,0 | 21,0±1,1 | 41,6±1,9 |
| 3 | 20,0±0,9 | 18,0±0,7 | 38,0±0,9 |
| 4 | 23,0±1,2 | 25,0±0,6 | 48,0±1,9 |

По данным макролизиметрических опытов, в составе общих потерь азота аммофоса преобладают газообразные (табл. 4). Потери азота аммофоса в результате выщелачивания в два и более раз меньше, чем в виде газообразных соединений. Величина потерь азота из почвенных источников также существенна. Внесение аммофоса с АТГ значительно снижает потери не только азота аммофоса; в год его действия при внесении только аммофоса составляют 53 кг/га азота, а при внесении его с ингибиторами нитрификации АТГ и навозом, соответственно, 30,9 и 36,8 кг/га. Следовательно, потери азота удобрений и почвы при внесении аммофоса с навозом и АТГ снижаются более чем в 1,5 раза.

Таблица 4. Непроизводительные потери азота из почвы при внесении аммофоса с ингибитором нитрификации АТГ и навозом (макролизиметрические опыты, 2015 г.)

| Варианты опыта | Общие потери азота на 1 м ² | | Из них | | |
|----------------|--|----------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | г/ лизиметр | кг/га | газообразные | в результате вымывания | |
| | | | азот удобрения г/ лизиметр | азот удобрения г/ лизиметр | азот почвы, г/лизиметр |
| 1 | 5,30±0,9 | 53,0±3,6 | 2,0±0,5 | 0,70±0,6 | 2,6±0,3 |
| 3 | 3,09±0,5 | 30,9±1,6 | 1,0±0,2 | 0,99±0,3 | 1,1±0,2 |
| 4 | 3,68±0,6 | 36,8±2,1 | 1,4±0,3 | 0,48±0,2 | 1,8±0,2 |

В условиях микро- и макролизиметрических опытов прибавка урожая хлопка-сырца от применения ингибиторов нитрификации и навоза с аммофосом повысилась на 6-8 и 11-15% против контроля.

По данным стационарных опытов, урожай хлопка-сырца при совместном внесении ингибиторов нитрификации *N-serve*, АТГ и навоза аммофоса был больше на 3,1 ц/га, или на 8% против контроля.

Лизиметрические опыты установили, что потери азота в результате выщелачивания его подвижных соединений составляют заметное количество и зависят от условий выращивания хлопчатника (табл. 5).

Таблица 5. Потери азота почвы и аммофоса в результате выщелачивания их в грунтовой поток в условиях луговой почвы (микролизиметрические опыты, 2015 г.)

| Годовая норма, г/микролизиметр | | | Объем воды, собранный из лизиметра, л | Обнаружился азот общий (в перевод на объем воды), мг/лизиметр | Из них азот | |
|-----------------------------------|---|-------|---|---|-------------|------------|
| N | P | K | | | почвы | аммофоса |
| 6 | 5 | 2 | 16,0±3,2 | 3912,4±8,4 | 2378,0±3,4 | 1534,4±2,5 |
| 6 | 5 | 2+АТГ | 13,9±2,1 | 2745,3±5,1 | 1923,4±1,9 | 821,9±1,5 |

При внесении аммофоса без ингибиторов нитрификации потери азота аммофоса в весеннем сроке определения сокращаются почти в 2 раза относительно варианта, где аммофос выносили совместно с ингибитором нитрификации АТГ. Потери азота аммофоса при внесении его без ингибитора нитрификации составили 1534 мг/лизиметр и происходили в основном в

весенних сроках определения. Это составляет 19,72% от внесенного количества азота аммофоса, а при внесении аммофоса с АТГ 821,9 мг/лизиметр, азота 11,96%, т.е. меньше на 7,76%.

Необходимо отметить, что ингибитор нитрификации оказывал положительное влияние на сокращение потерь азота (оставшегося) почвы. Так, в варианте без внесения ингибитора нитрификации АТГ общие потери азота почвы составили 2378 мг/лизиметр, т.е. значительно больше, чем потери азота аммофоса. При совместном внесении аммофоса с ингибитором нитрификации указанная величина потерь снизилась до 1923,4 мг/лизиметр.

Определенный интерес представляют данные по балансу азота аммофоса на микролизиметрических опытах (табл. 6).

Таблица 6. Баланс азота аммофоса^{х)} при совместном и раздельном внесении его с аммофосом (микролизиметрические опыты, 2012-2014 гг.)

| Варианты опыта | Использование растением | | Осталось в почве | | Общие потери | |
|----------------|-------------------------|-----------------|------------------|-----------------|--------------|-----------------|
| | мг/лизиметр | % от внесенного | мг/лизиметр | % от внесенного | мг/лизиметр | % от внесенного |
| 1 | 485,0±4,3 | 37,3±3,1 | 262,0±2,3 | 20,15±1,3 | 553,0±4,2 | 42,54±3,4 |
| 2 | 607,0+АТГ±5,4 | 46,4±3,7 | 343,0±1,4 | 25,41±1,4 | 350,0±3,6 | 26,92±2,8 |

х)- азот аммофоса выносили из расчета 1300 мг азота на лизиметр

По данным макролизиметрических опытов, число коробочек и урожай хлопка-сырца колебались, соответственно, от 46,7-51,3 шт. до 235,3-255,0 г/лизиметр в зависимости от вариантов (табл. 7).

Таблица 7. Накопление коробочек и урожай хлопка-сырца при внесении ингибитора нитрификации АТГ с аммофосом (микролизиметрические опыты, 2012 г.)

| Варианты опыта | Луговые почвы | |
|----------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | число коробочек, шт./ лизиметр | урожай хлопка-сырца, г/лизиметр |
| 1 | 46,7±2,3 | 235,3±5,4 |
| 2 | 51,3±2,5 | 255,0±6,2 |

По данным стационарных опытов, урожай хлопка-сырца при совместном внесении ингибиторов нитрификации *N-serve*, АТГ и навоза аммофоса был больше на 3,1 ц/га, или на 8% против контроля.

Выводы:

1. Совместное внесение ингибиторов нитрификации *N-serve*, АТГ и навоза с аммофосом способствует увеличению коэффициента полезного действия азота аммофоса в год действия и последействия на хлопчатнике до 32,2–36,4% в микро- и макролизиметрических и 38,0–48,0% – в полевом опытах.

2. В составе общих потерь азота аммофоса преобладают газообразные. Совместное внесение аммофоса с ингибитором нитрификации АТГ и особенно навозом сокращает количество вымываемого азота нитратов и нитритов. Под воздействием ингибитора нитрификации и навоза потери азота аммофоса и почвы в результате выщелачивания снижаются с 53,0 до 36,8 кг на гектар.

3. Ростовые процессы, плодоношение хлопчатника при внесении аммофоса с ингибиторами нитрификации и навозом усиливаются; повышается продуктивность хлопчатника на 2,5–3,5 ц/га. Совместное основное внесение аммофоса с ингибиторами нитрификации АТГ способствует сокращению потери не только азота аммофоса, но и азота почвенных источников.

Литература

1. **Исаев Б.М., Махмудов А.А.** Баланс азота удобрений на типичных сероземах при возделывании хлопчатника после люцерны// *Агрохимия*. – 1990. – №10. – С.56-59.
2. **Баиров А.Ж.** Превращение в почве и использование хлопчатником азота различных форм удобрений при внесении его с ингибиторами нитрификации: автореф. дис... канд. с.-х. наук. – Ташкент, 1984. – С.37-46.
3. **Хаджиев Т.Х., Баиров А.Ж.** Баланс азота ^{15}N удобрений в зависимости от форм, доз и срока внесения азотных удобрений под хлопчатник на орошаемых почвах пояса сероземов: материалы V съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана (16-17 сентября). – Ташкент, 2010. – С.144-148.
4. **Атоев Б.К.** Реакция озимой пшеницы на почвенные условия произрастания и минеральные удобрения: материалы IV съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана (9-10 сентября). – Ташкент, 2005. – С. 241-242.
5. **Хошимов Ф., Ортиков Т.** Состояние гумуса почв Зарафшанского оазиса и влияние на него различных факторов: материалы V съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана. (16-17 сентября). – Ташкент, 2010. – С.163-166.
6. **Кореньков Д.А.** Агрохимия азотных удобрений. – М.: Наука, 1976. – С. 221.
7. **Кадыров Ю.К.** Влияние координационных соединений кобальта на азотный обмен и продуктивность хлопчатника // *Узбекский биологический журнал*. – 1983. – №3. – С.45-49.
8. **Сатторов Ж.С., Холикулов Ш.** Научные основы расчета годовых норм и сроков внесения различных удобрений под озимой пшеницы: материалы V съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана (16-17 сентября). – Ташкент, 2010. – С.23-26.
9. **Сидиков С., Акбаров Ф., Акбаров Н.** Влияние различных агрофонов на содержание гумуса и азота староорошаемых типичных сероземных почв: материалы V съезда общества почвоведов и агрохимиков Узбекистана (9-10 сентября). – Ташкент, 2005. – С. 275-277.

Literatura

1. **Isaev B.M., Mahmudov A.A.** Balans azota udobrenij na tipichnyh serozemah pri vzdelyvanii hlochatnika posle lyucerny// *Agrohimiya*. – 1990. – №10. – S.56-59.
2. **Bairov A.ZH.** Prevrashchenie v pochve i ispol'zovanie hlochatnikom azota razlichnyh form udobrenij pri vnesenii ego s ingibitorami nitrifikacii: avtoref. dis... kand. s.-h. nauk. – Tashkent, 1984. – S.37-46.
3. **Hadzhiev T.H., Bairov A.ZH.** Balans azota ^{15}N udobrenij v zavisimosti ot form, doz i sroka vneseniya azotnyh udobrenij pod hlochatnik na oroshaemyh pochvah poyasa serozemov: materialy V s"ezda obshchestva pochvovedov i agrohnikov Uzbekistana (16-17 sentyabrya). – Tashkent, 2010. – S. 144-148.
4. **Atoev B.K.** Reakciya ozimoy pshenicy na pochvennye usloviya proizrastaniya i mineral'nye udobreniya: materialy IV s"ezda obshchestva pochvovedov i agrohnikov Uzbekistana (9-10 sentyabrya). – Tashkent, 2005. – S. 241-242.
5. **Hoshimov F., Ortikov T.** Sostoyanie gumusa pochv Zarafshanskogo oazisa i vliyanie na nego razlichnyh faktorov: materialy V s"ezda obshchestva pochvovedov i agrohnikov Uzbekistana. (16-17 sentyabrya). – Tashkent, 2010. – S.163-166.
6. **Koren'kov D.A.** Agrohimiya azotnyh udobrenij. – M.: Nauka, 1976. – S. 221.
7. **Kadyrov YU.K.** Vliyanie koordinacionnyh soedinenij kobal'ta na azotnyj obmen i produktivnost' hlochatnika // *Uzbekskij biologicheskij zhurnal*. – 1983. – №3. – S.45-49.
8. **Sattorov ZH.S., Holikulov SH.** Nauchnye osnovy rascheta godovyh norm i srokov vneseniya razlichnyh udobrenij pod ozimoy pshenicy: materialy V s"ezda obshchestva pochvovedov i agrohnikov Uzbekistana (16-17sentyabrya). – Tashkent, 2010. – S.23-26.
9. **Sidikov S., Akbarov F., Akbarov N.** Vliyanie razlichnyh agrofonov na sodержanie gumusa i azota starooroshaemyh tipichnyh serozemnyh pochv: materialy V s"ezda obshchestva pochvovedov i agrohnikov Uzbekistana (9-10 sentyabrya). – Tashkent, 2005. – S. 275-277.

УДК 581.5: 582.98

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13067

Доктор техн. наук **С.А. РАКУТЬКО**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, sergej1964@yandex.ru)Науч. сотрудник **Е.Н. РАКУТЬКО**
(ИАЭП - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, elena.rakutko@mail.ru)Ст. науч. сотрудник **А.П. МИШАНОВ**
(ИАЭП - филиал ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, amishanov@mail.ru)

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЯХ РАССАДЫ ТОМАТА И ИХ ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Факторы световой среды (спектр, уровень облученности, фотопериод) оказывают большое влияние на рост и развитие растений. В светокультуре, при выращивании растений в искусственных условиях, параметры этих факторов могут быть оптимизированы с учетом онтогенеза растений. Одним из важнейших диагностических признаков состояния растения является содержание пигментов в листе. Представляет интерес оценка доли вклада отдельных факторов световой среды в изменчивость показателей оптических свойств листа. На современном этапе развития аграрной науки приоритетным является сохранение природы и экологической устойчивости при минимизации затрат энергетических и других ресурсов при производстве продукции [1]. В этих условиях актуальным подходом к изучению отмеченных закономерностей является энергоэкологический, при котором процессы изменчивости сопоставляются с действием комплекса факторов энергетического воздействия на растения в светокультуре и их математической оценке [2].

Лист растения представляет собой сложную оптическую систему, обладающую способностью эффективно использовать энергию излучения. Оптические свойства листьев растений отражают процесс их роста и развития и допускают достаточно простую фиксацию. Полученные данные могут быть использованы при разработке алгоритмов управления продуктивностью растений [3]. Изучение оптических свойств листьев растений имеет большое значение для понимания общих принципов усвоения энергии, механизмов фотосинтеза и адаптационных процессов в растениях [4].

В физиологических процессах, протекающих в листе при попадании на его поверхность фотосинтетически активной радиации (ФАР), участвует лишь та ее часть, которая поглощается растительными тканями. Такие пигменты листа растения, как хлорофиллы, каротиноиды и антоцианы, поглощают излучение в определенных спектральных диапазонах. Выявлена связь между содержаниями отдельных пигментов и другими параметрами окружающей среды, в частности, спектральным составом излучения [5]. Поскольку содержание пигментов часто связано с другими физиологическими или структурными свойствами листа, можно выявить критические состояния растений исходя из оптических свойств листьев. Поэтому оптические свойства листьев могут выступать как индикаторы комплексной физиологии листьев в широком диапазоне условий окружающей среды.

Оптические свойства листа, а именно: его коэффициенты отражения, поглощения и пропускания на отдельных длинах волн, широко используются в неразрушающих методах определения содержания пигментов. Выявлено, что у различных растений с различным содержанием пигментов эти коэффициенты принимают различное значение. Использование различий в коэффициентах отражения положено в основу дистанционного зондирования, которое считается надежным методом оценки различных биофизических и биохимических показателей растений [6].

Цель исследования – выявить на основе выборочных данных факт и степень влияния контролируемых факторов световой среды на оптическую плотность листьев растений и содержание в них хлорофилла.

Материалы, методы и объекты исследований. Эксперимент проводили в лаборатории энергоэкологии светокультуры института агроинженерных и экологических

проблем (ИАЭП) в 2019 г. В качестве объекта исследования использовали растения томата (*Solanum Lycopersicum L.*) гибрида Благовест F1, которые высевали в рассадный лоток, заполненный смесью агроторфа и субстрата «Живая земля» в пропорции 1:2. После появления второго настоящего листа сеянцы пикировали в контейнеры объемом 1 л и затем выставляли в помещение с искусственным климатом, где выращивали до возраста 39 суток (от появления всходов). В процессе выращивания контейнеры с растениями ежедневно случайным образом поворачивали и перемещали, чтобы минимизировать влияние местоположения в пределах стеллажа. По мере роста и развития растений производили сопутствующие анализы и корректировку недостающих элементов минерального питания в грунте (по визуальным наблюдениям) внекорневыми подкормками.

В автоматическом режиме температуру воздуха поддерживали на уровне $21 \pm 1,0^\circ\text{C}$, влажность – 65-70%. Скорость движения воздуха в зоне выращивания растений составляла $0,2-0,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$. Эксперимент проводили на двух установках, в качестве источников света использовали люминесцентные лампы OSRAM L58W/840 LUMILUX Cool White и OSRAM L58W/77 FLUORA, скомпонованные поочередно в общем облучателе. Одна установка отличалась наличием дополнительных светодиодов, излучающих на длине волны 440 нм, обеспечивающих большую (на 10%) долю энергии в синем диапазоне ФАР (Sp1). В другой установке (Sp2) использовали только люминесцентные лампы.

В четырехфакторной модели дисперсионного анализа для различного фотопериода ФП (два варианта, 16 и 12 ч), спектра Sp (два варианта), уровня облученности E (три варианта, 100, 170 и $240 \mu\text{моль}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$) и яруса кроны L (три варианта, нижний – *Low*, средний – *Medium* и верхний – *High*) анализировали содержание хлорофилла в листьях и их оптическую плотность.



Рис.1. Экспериментальная установка для выращивания растений

Для определения оптической плотности листьев растений использовали денситометр ДП-1М, принцип действия которого заключается в измерении потоков в отдельных спектральных диапазонах, падающих на лист растения Φ_{0i} и прошедших через лист Φ_i .

Для i -го спектрального диапазона денситометр определяет значения оптической плотности D_i , дБ по формуле:

$$D_i = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T_i} \right), \quad (1)$$

где T_i – значения коэффициентов пропускания, %, определяемые по формуле:

$$T_i = \frac{\Phi_i}{\Phi_{0i}} 100. \quad (2)$$

Диапазоны при определении оптических плотностей в синем D_B , зеленом D_G и красном D_R диапазонах выставляли светофильтрами с максимумами пропускания 421-467 нм, 511-562 нм и 607-676 нм соответственно.

Оценку содержания хлорофилла проводили с помощью хлорофиллметра ССМ-200 [7]. Действие прибора основано на значительном поглощении хлорофиллом света в синем и красном диапазонах. При измерениях используется излучение на двух длинах волн. На длине волны 653 нм поглощение проходящего через лист света зависит от концентрации хлорофилла. Излучение с длиной волны 931 нм используется для компенсации влияния толщины листа. Измеритель определяет оптическую плотность на обеих длинах волн и вычисляет индекс содержания хлорофилла в образце (*Chlorophyll Content Index, CCI*, отн.ед.) по формуле:

$$CCI = \frac{T_{931}}{T_{653}}, \quad (3)$$

где T – коэффициенты пропускания на соответствующих длинах волн.

Толщину листьев d , мм измеряли цифровым микрометром. Удельную оптическую плотность в диапазонах $D_i^{y\delta}$, дБ/мм определяли по формуле:

$$D_i^{y\delta} = \frac{D_i}{d}. \quad (4)$$

Измерения выполняли в трех – пятикратной повторности. Проверяли выполнение основных предположений, оправдывающих применение дисперсионного анализа: нормальность распределений по градациям факторов по критерию Шапиро – Уилка и однородность (гомогенность) дисперсий с помощью тестов Кохрена, Хартли, Бартлетта. Находили показатель силы влияния η фактора как отношение факториальной дисперсии к общей дисперсии. Данные обрабатывали методами математической статистики ($p < 0.05$) с использованием пакетов программ *Excel 2003* и *Statistica 6.0*.

Результаты исследований. На рисунке 2 показан внешний вид растений томата, выращиваемого на стеллажах экспериментальной установки. Листья на растениях в обеих экспериментальных установках формировались здоровыми, характерной для томата формы (непарноперистосложные с чередованием крупных и мелких долей и сегментов). Форма листа у томата является наиболее изменчивым морфологическим признаком, подверженным влиянию различных факторов. Лист формируется в результате закономерного деления и растяжения клеток, а изменение его формы и сложности зависит от направления клеточных делений. Качественные различия между листьями растений, выращиваемых в различных условиях, не были отмечены.



Рис. 2. Внешний вид кроны растений томата, выращенных при различных сочетаниях параметров световой среды

Дисперсионный анализ проводили для измеряемых и вычисляемых оптических свойств листа: индекса CCI , оптической плотности листа в спектральных диапазонах D_R , D_G , D_B ; их удельных значений D_R^{y0} , D_G^{y0} , D_B^{y0} ; отношений D_R/D_B и D_R/D_G . Для примера ниже представлены результаты по анализу индекса CCI .

В таблице 1 для каждого фактора и для их взаимодействий приведены результаты проверки гипотезы о равенстве средних (по градациям) фактора. Эта же гипотеза может быть сформулирована как равенство нулю всех отклонений средних по градациям фактора от генерального среднего.

В строках указаны источники вариации. Жирным шрифтом выделены их взаимодействия, которые оказывают значимое влияние на результирующий признак. Например, для факторов ФП, Е и L, а также их взаимодействий ФП*Sp, ФП*Е, ФП*L, Е*L и ФП*Sp*Е нулевая гипотеза отклоняется, а выполняется альтернативная гипотеза, что означает их влияние на среднее содержание хлорофилла в листьях растений.

Таблица 1. Результаты проверки гипотезы о равенстве средних CCI

| Факторы | <i>SS</i> | <i>df</i> | <i>MS</i> | <i>F</i> | <i>p</i> |
|----------------|-----------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------------|
| {1}ФП | 1716,10 | 1 | 1716,102 | 47,6621 | 0,000000 |
| {2}Sp | 39,29 | 1 | 39,285 | 1,0911 | 0,298564 |
| {3}Е | 15445,62 | 2 | 7722,811 | 214,4891 | 0,000000 |
| {4}L | 1296,63 | 2 | 648,317 | 18,0060 | 0,000000 |
| ФП*Sp | 182,18 | 1 | 182,178 | 5,0597 | 0,026516 |
| ФП*Е | 590,98 | 2 | 295,492 | 8,2068 | 0,000481 |
| Sp*Е | 26,33 | 2 | 13,165 | 0,3656 | 0,694612 |
| ФП*L | 603,78 | 2 | 301,888 | 8,3845 | 0,000412 |
| Sp*L | 131,48 | 2 | 65,742 | 1,8259 | 0,166015 |
| Е*L | 366,70 | 4 | 91,674 | 2,5461 | 0,043544 |
| ФП*Sp*Е | 329,38 | 2 | 164,689 | 4,5740 | 0,012394 |
| ФП*Sp*L | 27,41 | 2 | 13,704 | 0,3806 | 0,684351 |
| ФП*Е*L | 63,02 | 4 | 15,754 | 0,4375 | 0,781233 |
| Sp*Е*L | 70,59 | 4 | 17,648 | 0,4901 | 0,742963 |
| 1*2*3*4 | 123,81 | 4 | 30,953 | 0,8597 | 0,490732 |
| Error | 3888,61 | 108 | 36,006 | | |

На графиках рис. 3 показаны средние значения взаимодействия по сочетанию градаций факторов (доверительный интервал 95%).

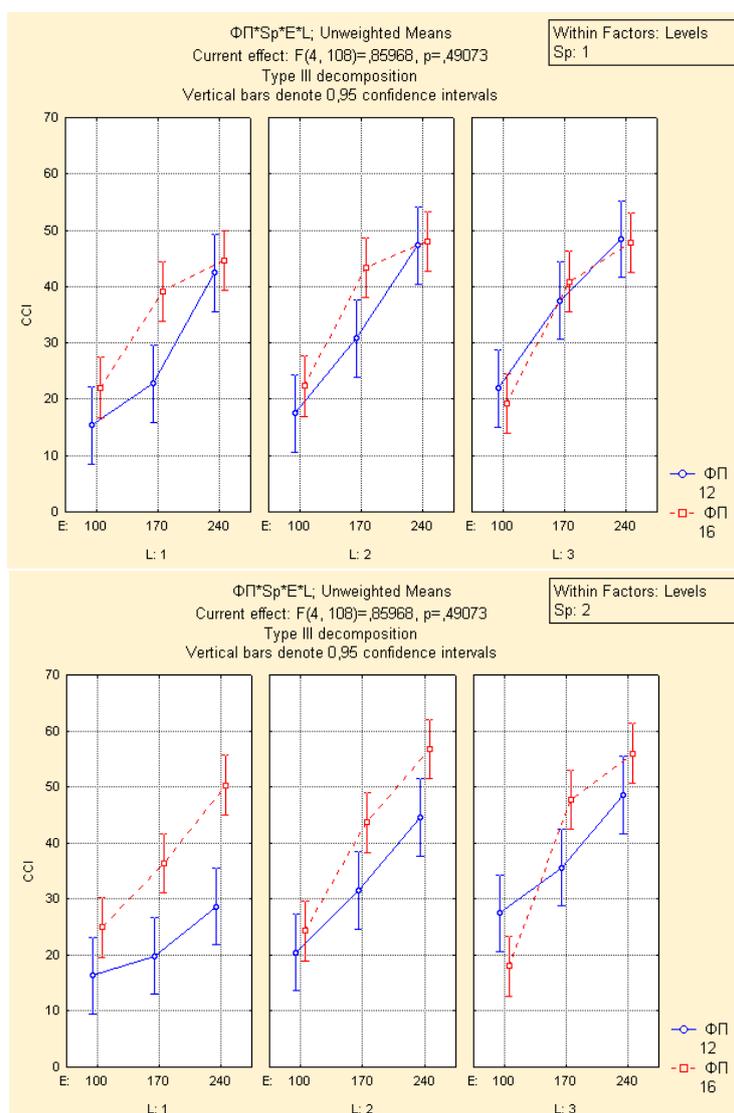


Рис. 3. Взаимодействие факторов фотопериода, спектра, уровня облученности и положения листа в кроне растения при влиянии на уровень содержания хлорофилла в листьях

В общем случае взаимодействие между факторами описывается в виде изменения одного эффекта под воздействием другого. На приведенных графиках взаимодействие заключается в изменении содержания хлорофилла в листьях разного уровня, происходящее при различной облученности и фотопериоде у растений, выращиваемых под различным спектром излучения. Средние значения *CCI* получены усреднением каждой из повторностей, соответствующих сочетанию факторов в эксперименте. При более длительном фотопериоде наблюдаются большие значения *CCI*. Эта разница значима для листьев нижнего и среднего ярусов. Средние значения *CCI* существенным образом зависят от уровня облученности и принимают большие значения при больших уровнях облученности. Однако эти различия значимы только для листьев нижнего и среднего ярусов.

Значимое влияние различий спектра излучения на *CCI* не просматривается для всех сочетаний прочих факторов.

При среднем уровне облученности и спектре Sp1 различия в содержании хлорофилла для двух значений фотопериода значимы у листьев нижнего и среднего ярусов. При спектре Sp2 эта разница становится значимой и при высоком уровне облученности.

Поскольку факториальная дисперсия определяется влиянием регулируемого фактора, то её доля от общей вариации значений признака является количественной характеристикой силы влияния η фактора на признак при данных условиях. Доля вариации в изменении содержания хлорофилла, объясненная влиянием фотопериода, составляет 15,1%, облученности 68,0%, места листа в кроне растения 5,7%. Доля значимых взаимодействий факторов составляет суммарно 9,1%. Оставшиеся 2,1% вариации признака определяются действием случайных факторов.

Рост растения является реакцией на фотоморфогенные сигналы, в то время как набор общей биомассы растения зависит как от фотоморфогенных, так и фотосинтетических сигналов [8]. Таким образом, биометрические показатели растения формируются в сложном взаимодействии антагонистических сигналов, принимаемых различными фоторецепторами. Факторы световой среды определяют качество рассады томата, от которого, в свою очередь, зависит продуктивность взрослых растений. Стадия роста рассады при пересадке влияет на сроки получения и урожай плодов томата. Исследователи связывают стадию развития рассады с количеством листьев на растении и другими биометрическими параметрами, говоря об их наиболее оптимальных значениях [9].

В исследовании в качестве показателя степени влияния световой среды на растение использованы оптические параметры листьев и содержание в них хлорофилла. Хлорофилл является важнейшим пигментом, основная функция которого заключается в преобразовании световой энергии в накопленную химическую. Хлорофилл поглощает излучение в синей и красной области ФАР. Степень поглощения излучения листом растения зависит от многих факторов. Содержание хлорофилла дает косвенную оценку состояния питательных веществ, поскольку большая часть листового азота включена в хлорофилл. Оно также тесно связано с растительным стрессом и старением, варьируется в зависимости от генетики растений, содержания минеральных элементов, факторов внешней среды и т.д. [10]. Результаты определения силы действия факторов световой среды на оптические параметры листа, а также коэффициенты вариации параметров сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Силы действия факторов световой среды на оптические параметры листа и их коэффициент вариации

| Параметр | {1}ФП | {2}Sp | {3}E | {4}L | K _{var} |
|------------|-------|-------|-------|------|------------------|
| CCI | 15,1 | - | 68,0 | 5,7 | 11,6 |
| D_R | 6,1 | - | 78,7 | 8,7 | 5,2 |
| D_G | 1,1 | - | 86,3 | 6,9 | 4,9 |
| D_B | - | - | 89,8* | 5,2 | 3,8 |
| D_R^{y0} | 16,8 | - | 58,0 | 85,1 | 10,2 |
| D_G^{y0} | 13,3 | - | 27,2 | 46,3 | 9,9 |
| D_B^{y0} | 10,7 | - | 38,6 | 39,0 | 10,5 |
| D_R/D_B | 29,7 | 19,5 | 12,4 | 12,0 | 3,1 |
| D_R/D_G | 36,9 | - | 31,1 | - | 2,5** |

* Максимальное значение силы действия фактора

** Минимальное значение коэффициента вариации

При статистическом анализе выявлены существенные различия в вариабельности оптических показателей и их чувствительности к факторам световой среды. При использовании хлорофиллметра ССМ-200 среднее значение коэффициента вариации измеряемого показателя CCI (11,6%) более чем в 2 раза превышает это значение для величин оптической плотности. Это означает, что получаемые данные о содержании хлорофилла

имеют большую степень рассеивания и оценка по ним влияния факторов световой среды на растение менее надежна.

Показано, что при оценке влияния параметров световой среды на растения по оптической плотности листьев нет необходимости учитывать их толщину. Коэффициенты вариации удельных значений оптической плотности листа в спектральных диапазонах (9,9-10,5%) оказались даже большими, чем у непосредственно измеряемых величин оптической плотности (3,8-5,2%).

Выявлено различие в силе действия факторов световой среды на отдельные показатели оптических свойств листа. Наибольшее численное значение силы действия фактора наблюдалось у величины облученности, оцениваемой по оптической плотности листа в синем диапазоне (89,8%). Наиболее трудно фиксируемым фактором по отклику оптических свойств листьев оказался спектр излучения.

Представляет интерес поиск производных показателей от непосредственно измеряемых оптических параметров листа, имеющими необходимые статистические характеристики для отдельных практических случаев. Так, отношение оптических плотностей листа в красном и зеленом спектральных диапазонах D_R/D_G имеет наименьший коэффициент вариации (2,5%) из рассмотренных в работе показателей. Чувствительность отношения оптических плотностей листа в красном и синем спектральных диапазонах D_R/D_G , в отличие от других рассмотренных показателей, оказалась статистически значимой для различных спектров излучения, что позволяет использовать этот показатель как отклик на различия в спектре излучения источников.

Выводы. Полученные экспериментальные данные о взаимосвязи параметров световой среды и оптических свойств листьев, включая содержание хлорофилла, позволяют косвенным образом произвести оценку качества облучения в светокультуре по его влиянию на растения. Проведенные исследования подтвердили перспективность оценки качества световой среды в целях повышения энергоэффективности светокультуры и экологичности процесса облучения за счет выбора наиболее эффективного источника света по оптическим свойствам листьев растений и конкретизировали требования к техническим средствам для их измерения.

Литература

1. **Ракутько С.А.** Энергетическая оценка и оптимизация биотехнических сельскохозяйственных систем // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2009. – № 4. – С. 89-92.
2. **Ракутько С.А., Маркова А.Е., Мишанов А.П., Ракутько Е.Н.** Энергоэкология светокультуры – новое междисциплинарное научное направление // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2016. – № 90. – С. 14-28.
3. **Михайленко И.М.** Математическое моделирование роста растений на основе экспериментальных данных // Сельскохозяйственная биология. – 2007. – № 1. – С.103–111.
4. **Мерзляк М.Н.** Пигменты, оптика листа и состояние растений // Соросовский образовательный журнал. – 1998. – № 4. – С.19-24.
5. **Смирнов А.А.** Зависимость биосинтеза пигментов и продуктивности томата от спектрального состава излучения // Инновации в сельском хозяйстве: Электронный журнал. – 2018. – №3 (28). – С. 78-86.
6. **Hansen, P.M., Schjoerring, J.K.,** 2003. Reflectance measurement of canopy biomass and nitrogen status in wheat crops using normalized difference vegetation indices and partial least squares regression. *Remote Sensing of Environment* 86 (4), 542-553.
7. **Ghasemi, M., Arzani, K., Yadollahi, A., Ghasemi, S., Sarikhani Khorrami, S.** 2011. Estimate of Leaf Chlorophyll and Nitrogen Content in Asian Pear (*Pyrus serotina* Rehd.) by CCM-200. *Notulae Scientia Biologicae* 3(1): 91-94.
8. **Kasperbauer, M.J., Peaslee, D.E.** 1973. Morphology and photosynthetic efficiency of tobacco leaves that received end-of-day red or far red light during development. *Plant Physiol.* 52:440–442

9. **Jankauskiene, J., Brazaityte, A., Bobinas, C., Duchovskis, P.** 2013. Effect of transplant growth stage on tomato productivity. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 12(2): 143-152.
10. **Haboudane, D., John, R., Millera, J.R., Tremblay, N., Zarco Tejada, P.J., Dextraze, L.** 2002. Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture. *Remote Sensing of Environment* 81, 416–426.

Literatura

1. **Rakut'ko S.A.** Jenergeticheskaja ocenka i optimizacija biotekhnicheskikh sel'skohozhajstvennyh sistem // *Vestnik Rossijskoj akademii sel'skohozhajstvennyh nauk*. 2009. № 4. S. 89-92.
2. **Rakut'ko S.A., Markova A.E., Mishanov A.P., Rakut'ko E.N.** Jenergojekologija svetokul'tury – novoe mezhdisciplinarnoe nauchnoe napravlenie // *Tehnologii i tehnicheckie sredstva mehanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva*. 2016. № 90. S. 14-28.
3. **Mihajlenko I.M.** Matematicheskoe modelirovanie rosta rastenij na osnove jeksperimental'nyh dannyh // *Sel'skohozhajstvennaja biologija*. – 2007. – № 1. – s.103-111.
4. **Merzljak M.N.** Pigmenty, optika lista i sostojanie rastenij // *Sorosovskij obrazovatel'nyj zhurnal*, № 4, 1998, s.19-24.
5. **Smirnov A.A.** Zavisimost' biosinteza pigmentov i produktivnosti tomata ot spek-tral'nogo sostava izluchenija // *Innovacii v sel'skom hozhajstve: Jelektronnyj zhurnal*, №3 (28), 2018, s. 78-86.
6. **Hansen, P.M., Schjoerring, J.K.**, 2003. Reflectance measurement of canopy biomass and nitrogen status in wheat crops using normalized difference vegetation indices and partial least squares regression. *Remote Sensing of Environment* 86 (4), 542-553.
7. **Ghasemi, M., Arzani, K., Yadollahi, A., Ghasemi, S., Sarikhani Khorrami, S.** 2011. Estimate of Leaf Chlo-rophyll and Nitrogen Content in Asian Pear (*Pyrus serotina* Rehd.) by CCM-200. *Notulae Scientia Biologicae* 3(1): 91-94.
8. **Kasperbauer, M.J., Peaslee, D.E.** 1973. Morphology and photosynthetic efficiency of tobacco leaves that received end-of-day red or far red light during development. *Plant Physiol.* 52:440-442
9. **Jankauskiene, J., Brazaityte, A., Bobinas, C., Duchovskis, P.** 2013. Effect of transplant growth stage on tomato productivity. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus* 12(2): 143-152.
10. **Haboudane, D., John, R., Millera, J.R., Tremblay, N., Zarco Tejada, P.J., Dextraze, L.** 2002. Integrated narrow-band vegetation indices for prediction of crop chlorophyll content for application to precision agriculture. *Remote Sensing of Environment* 81, 416-426.

УДК 634.4

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13074

Канд. техн. наук **Р.А. ФЁДОРОВА**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, ritaalexfedorova@gmail.com)

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СНЫТИ И ТОПИНАМБУРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Сныть (*Podograria*) считают злостным сорняком садов и огородов. А между прочим, это растение из того же семейства, что и любимая всеми морковь, а также укроп, тмин, сельдерей. Сныть из семейства зонтичных [1]. Прикорневые и нижние стеблевые листья дважды тройчатые или тройчато перистые, снизу коротко волосистые; верхние листья более мелкие и слабее расчленены. Ветвистый бороздчатый голый или коротко опущенный стебель достигает 80-100 см. Цветёт сныть летом.

В Европе и в умеренном поясе Азии насчитывается 7 видов сныти, из них 5 распространены у нас, особенно сныть обыкновенная.

Наши предки издревле употребляли в пищу длиннорастущие растения, в том числе и *Podograria* [1].

В траве имеется достаточное количество аскорбиновой кислоты, белка и до 3% жира. Много вещества апигенина, который биологически активен и может поддерживать в организме работу сердца.

Podagraria возможно использовать как добавку в сыром виде и в сухом порошке к разным кулинарным блюдам, например салатам.

В народной медицине сныть используется при различных болезнях [1].

Топинамбур – ценное лекарственное растение. Это биологически активный плод в диетологии. В лечебно-профилактических целях используется при различных заболеваниях, к числу которых относятся сахарный диабет, ожирение, атеросклероз и другие. Это обусловлено большим содержанием инулина.

Многочисленными исследованиями Бархатовой Т.В., Назаренко М.Н. [3] установлено, что употребление топинамбура больными сахарным диабетом в измельченном сыром виде помогает значительно снизить дозу глюкозы в организме.

Дословный перевод латинского названия топинамбура (*Helianthus tuberosus*) – клубненосный подсолнечник.

Топинамбур способствует усвоению организмом полученного с пищей селена. Селен входит в систему антиоксидантной защиты организма, препятствуя избыточному образованию в нем свободных радикалов. Следовательно, используя топинамбур в пищу, можно избежать возникновения дефицита селена в организме.

Топинамбур, в отличие от овощей, содержит, прежде всего, инулин (13 – 20%), особенно много в клубнях [2, 3]. Направления и особенности производства и переработки топинамбура, виды и характеристика созданной на его основе продукции, представлены в таблице 1.

Таблица 1. Топинамбур – применение в народном хозяйстве

| Производство | Продукция | Использование |
|----------------------------------|---|--|
| Сельскохозяйственное | Кормоконцентраты Средства для ветеринарии | В овцеводстве В скотоводстве |
| Общественное питание | Функциональные изделия на основе муки Тонизирующие напитки Пробиотические молочные продукты | В школах, в детских садах |
| Медицина | Лекарства, сыворотки | В больницах, в поликлиниках, в аптеках |
| Парфюмерно-косметическая отрасль | Кремы, бальзамы, тоники | В санаториях. На курортах |
| Промэнергетика | Спирты | Топливо для автомобилей |

В связи с этим **цель исследования** – выяснить, возможно ли использование сныти, наряду с топинамбуром, в качестве улучшителя для производства продуктов питания для школьников.

Последние годы ознаменовались заботой людей о своём здоровье, в моду вошёл так называемый «здоровый образ жизни», и наряду с этим особенно актуально встала проблема здорового питания. Разработаны новые рецептуры с лечебными и профилактическими свойствами. В связи с этим использование при переработке экстрактов топинамбура и сныти весьма предпочтительно. Топинамбур, богатый инулином и другими полифруктозанами, может применяться в производстве.

Материалы, методы и объекты исследований. Объектами исследования явилась сныть, собранная в Псковской области летом 2019 года, и клубни топинамбура, выращенные на садоводческих полях в 2018 году.

Изучались свойства сухого вещества – в виде стружки *Podagraria*, по стандартизированным методам.

Топинамбур исследовался в сыром и в сухом виде различного способа подготовки.

Результаты исследований. В данной работе использовались цветы сныти, что позволяет добиться безотходности производства. В цветках *Podograri* содержится много протеина (2%), жира (3%), витамина С и апигенина. В связи с этим использование сныти как лекарственного растения и функциональной добавки предпочтительно.

Сныть ранее не исследовалась в лекарственной промышленности. Это первые разработки по данной теме. Топинамбур же, напротив, уже активно культивируется. Исследования топинамбура и продуктов переработки проводятся много лет, что позволяет говорить о конкретных результатах его использования.

По данным Мурзаевой П.Д., Джаруллаева Д.С., Ивановой Е.Е., инулин служит запасным углеводом, подобно крахмалу, встречается в растениях семейства колокольчиковых, сложноцветных, фиалковых лобелиевых и лилейных. В георгинах, в клубеньках нарциссов и гиацинтов, в корнях цикория и земляной груши содержание инулина бывает до 15%. В этих растениях встречаются родственные углеводы, такие как инуленин, псевдоинулин, иризин, гелиантенин, левулин, синистрин, и другие, дающие при гидролизе, как и инулин, D-фруктозу [2, 3].

При переработке топинамбура на сок было обнаружено, что практически 30% сахаров остается в выжимках топинамбура. Поэтому жмых, полученный из клубней, представляет ценное сырье и можно сказать, что это перспективная добавка в перерабатывающих производствах.

В процессе научной работы за основу был взят способ подготовки клубней топинамбура Пашенко А.П., Мирошниченко Л.А. [4]. Хорошо промытые и очищенные от кожуры измельченные клубни помещали в раствор соли определенной концентрации и выдерживали в нем некоторое время. Для дальнейшего применения топинамбур подвергали тонкому измельчению, заливали в отношении 1:1 водой и отделяли мезгу на прессе до массовой доли влаги 85%. Мезга имела белый с розоватым оттенком цвет. Ферментативный гидролиз мезги проводили при температуре 50-52°C, естественном рН 5,0-5,3. В результате специальной подготовки клубней и биоинверсии мезги топинамбура получали гидролизаты, имеющие определенную ценность: доля глюкозы составила 26,22% и фруктозы 2,14%; содержание белка составило 15,2% на СВ, общего азота 2,4%, аминного азота 0,68%, золы 8,3%.

Топинамбур активно аккумулирует кремний из почвы и относится к «кремнефильным» растениям. Его в сухом веществе топинамбура содержится около 8% [5].

Биологическую полезность земляной груши характеризует, прежде всего, химический состав клубней и зеленых частей растения, представлены в таблице 2. По проводимому эксперименту в топинамбуре до 19% составляет доля сухих веществ, среди которых образуется до 81% гомолог фруктозы. В клубнях накапливается недостаточно клетчатки. Микроэлементов очень много: Са около 39 мг %, Mg – 29 мг %, Fe – 12 мг %, К до 180 мг % [6, 7].

Таблица 2. Химический состав топинамбура

| Изучаемое сырье | Процент сухих веществ | Компоненты | | | |
|-----------------|-----------------------|---------------|-----------|------------------|------------------------------|
| | | протеин, % СВ | жир, % СВ | сырая зола, % СВ | экстрактивные вещества, % СВ |
| Зеленая масса | 17,0 | 10,0 | 1,8 | 12,9 | 17,8 |
| Клубни | 18,2 | 11,4 | 1,0 | 5,5 | 4,5 |

Особой составной частью топинамбура считается фруктоза. В листьях и клубнях растения под действием биохимических процессов она образуется из инулина [8, 10]. Установлено, что содержание фруктозы, в зависимости от времени сбора урожая, способно колебаться. На полезные свойства влияет продолжительность хранения клубней. В

топинамбуре пектиновые вещества составляют 11% от массы сухого вещества. В топинамбуре образуется около 6% клетчатки. В конечном итоге, использование изученных свойств и состава сънги и топинамбура позволяет получить условия для переработки и создания нового функционального хлеба, чтобы обеспечить запросы определенного круга покупателей, т.е. для категории людей, страдающих сахарным диабетом.

При увеличении количества вводимого экстракта наблюдается увеличение объема. Это показано на рисунке 1.

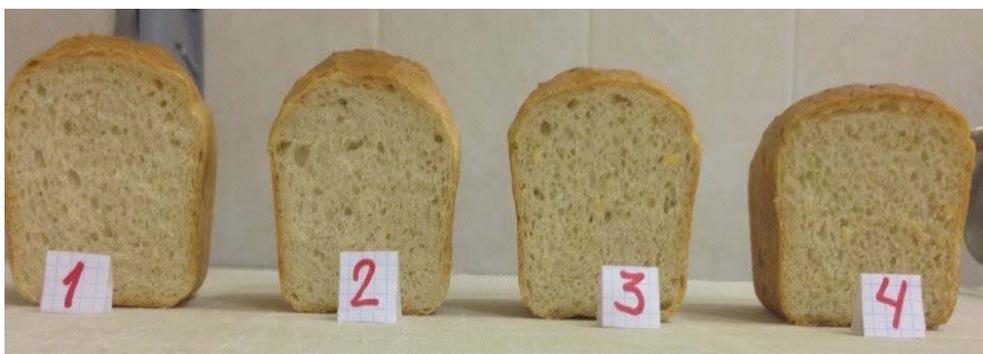


Рис.1. Хлеб с добавлением топинамбура

Физико-механические свойства мякиша хлеба с добавкой экстракта сънги отражены в таблице 3. Хлеб с добавкой экстракта сънги дольше сохраняет свежесть, его мякиш более эластичный. И чем больше концентрация экстракта, тем лучше хлебопекарные показатели.

Таблица 3. Физические свойства хлеба с экстрактом сънги

| Концентрация сънги к массе муки, % | Показания пенетрометра, единиц прибора | | |
|------------------------------------|---|---|--|
| | ΔН общее После выпечки /через 24 часа | Δ Н пластичное После выпечки /через 24 часа | Δ Н упругое После выпечки /через 24 часа |
| Контроль | 75/18 | 42/14 | 33/4 |
| 0,5 | 80/21 | 43/15 | 37/6 |
| 1,0 | 85/24 | 50/16 | 35/8 |
| 1,5 | 87/28 | 52/18 | 35/10 |

На рисунке 2 представлены показатели напитков с внесением трав.

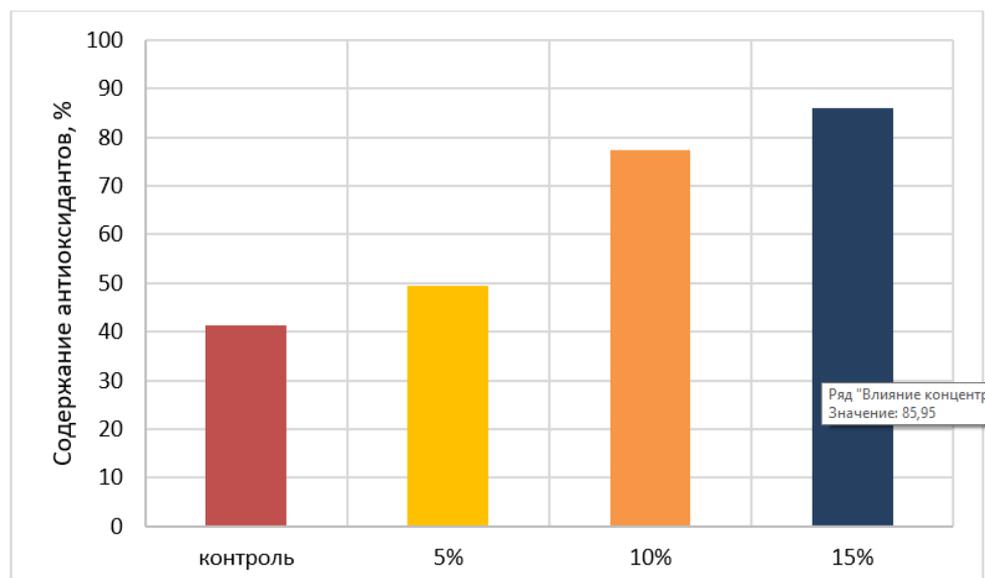


Рис. 2. Зависимость антиоксидантной активности от концентрации внесенных трав

Выводы. *Helianthus tuberosus* – топинамбур, обладает антиоксидантной, антитоксической активностью. Входит в список инулинсодержащих растений, культивируется в мире в качестве культуры с лекарственными свойствами. Особые оздоравливающие свойства этого корнеплода позволяют считать его почти универсальным нутрицевтиком. Поэтому считаем, что может использоваться во вторичных перерабатывающих производствах в качестве добавки для получения мучных продуктов лечебно-профилактического значения.

Биологическая ценность белка топинамбура незначительна. Анализ аминокислотного состава белка топинамбура показывает, что он сбалансирован по лейцину, треонину, триптофану, фенилаланину и тирозину, но лимитирован по лизину, что характерно для большинства растительных белков.

Podagraria – сныть, богата протеином, витамином PP, жиром, что повышает пищевую ценность и профилактические свойства при переработке и может быть рекомендована для питания школьников [9].

Исследования показали, что использование экстракта цветов сныти положительно сказывается на органолептических и физико-механических свойствах готовых изделий и напитков, хотя эффект несколько меньше, чем при использовании экстракта топинамбура.

Изучая свойства и химический состав сныти, открываются широкие перспективы в использовании лекарственных качеств растения в переработке для получения полезных продуктов.

Литература

1. **Лунева Н.Н.** Сорные растения: происхождение и состав // Вестник защиты растений. – 2018. – № 1 (95). – С. 60-71.
2. **Мурзаева П.Д., Джаруллаев Д.С.** Совершенствование технологии производства безалкогольных напитков на основе инулинсодержащего сырья // Пиво и напитки. – 2011. – № 5. – С.22-24.
3. **Назаренко М.Н., Бархатова Т.В., Бурлакова Е.В., Третьяк Д.С.** Экстрагирование инулина из клубней топинамбура // Инновационные технологии в пищевой и перерабатывающей промышленности: I Межд. научн.-практ. конф., 2012. – С. 480-482.
4. **Пашенко Л.П., Мирошниченко Л.А.** Биомодификация мезги топинамбура для хлебопечения // Прогресс технологии и техники в пищевой промышленности: межд. научн. конф. – Краснодар, 1994. – С. 234-236.
5. **Джаруллаев Д.С., Мурзаева П.Д.** Метод, способствующий увеличению выхода сока из топинамбура, и предотвращение окислительных процессов // Консервное производство. – 2012. – № 5. – С.63-66.
6. **Мурзаева П.Д., Джаруллаев Д.С. Иванова Е.Е.** Разработка технологии извлечения сока из инулинсодержащего сырья на примере топинамбура // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2012. – № 5. – С.61-64.
7. **Ахметов Х.М., Паргоев К., Ташбаев Г.А.** Топинамбур (*Helianthus tuberosus*) – перспективная культура для производства биотоплива в Таджикистане // Известия Академии наук Республики Таджикистан. – 2014. – № 4 (157). – С. 105-112.
8. **Жаркова И.М., Корячкина С.Я., Корячкин В.П.** Использование порошкообразных продуктов переработки растительного сырья в технологиях мучных изделий // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2020. – № 1(373). – С. 6-10.
9. **Фёдорова Р.А.** Качественная оценка биологической ценности тыквы при использовании в перерабатывающем производстве // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 2 (59). – С.22-26.
10. **Gurung, Bina & Ojha, Pravin & Subba, Dilip.** (2016). Effect of Mixing Pumpkin Puree With Wheat Flour on Physical, Nutritional and Sensory Characteristics of Biscuit. Journal of Food Science and Technology Nepal. 9. 85-89.

Literatura

1. **Luneva N.N.** Sornye rasteniya: proiskhozhdenie i sostav // Vestnik zashchity rastenij. – 2018. – № 1 (95). – S. 60-71.
2. **Murzaeva P.D., Dzharullaev D.S.** Sovershenstvovanie tekhnologii proizvodstva bezalkogol'nyh napitkov na osnove inulinsoderzhashchego syr'ya // Pivo i napitki. – 2011. – № 5. – S.22-24.
3. **Nazarenko M.N., Barhatova T.V., Burlakova E.V., Tret'yak D.S.** Ekstragirovanie inulina iz klubnej topinambura // Innovacionnye tekhnologii v pishchevoj i pererabatyvayushchej promyshlennosti: I Mezhd. nauchn.-prakt. konf., 2012. – S. 480-482.
4. **Pashenko L.P., Miroshnichenko L.A.** Biomodifikaciya mezgi topinambura dlya hlebopecheniya // Progress tekhnologii i tekhniki v pishchevoj promyshlennosti: mezhd. nauchn. konf. – Krasnodar, 1994. – S. 234-236.
5. **Dzharullaev D.S., Murzaeva P.D.** Metod, sposobstvuyushchij uvelicheniyu vyhoda soka iz topinambura, i predotvrashchenie okislitel'nyh processov // Konservnoe proizvodstvo. – 2012. – № 5. – S.63-66.
6. **Murzaeva P.D., Dzharullaev D.S., Ivanova E.E.** Razrabotka tekhnologii izvlecheniya soka iz inulinsoderzhashchego syr'ya na primere topinambura // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. – 2012. – № 5. – S.61-64.
7. **Ahmetov H.M., Partoev K., Tashbaev G.A.** Topinambur (*Heliánthus tuberósus*) - perspektivnaya kul'tura dlya proizvodstva biotopliva v Tadzhhikistane // Izvestiya Akademii nauk Respubliki Tadzhhikistan. – 2014. – № 4 (157). – S. 105-112.
8. **ZHarkova I.M., Koryachkina S.YA., Koryachkin V.P.** Ispol'zovanie poroshkoobraznyh produktov pererabotki rastitel'nogo syr'ya v tekhnologiyah muchnyh izdelij // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishchevaya tekhnologiya. – 2020. – № 1(373). – S. 6-10.
9. **Fyodorova R.A.** Kachestvennaya ocenka biologicheskoy cennosti tykvy pri ispol'zovanii v pererabatyvayushchem proizvodstve // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2020. – № 2 (59). – S.22-26.
10. **Gurung, Bina & Ojha, Pravin & Subba, Dilip.** (2016). Effect of Mixing Pumpkin Puree With Wheat Flour on Physical, Nutritional and Sensory Characteristics of Biscuit. Journal of Food Science and Technology Nepal. 9. 85-89.

УДК 636.034

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13080

Канд. с.-х. наук **О.К. ВАСИЛЬЕВА**
(ВНИИГРЖ, vaciola@mail.ru)**ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ КОРОВ
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ**

Отечественное молочное скотоводство, как одна из важных отраслей животноводства, за последние десятилетия претерпело существенные изменения. Широкое использование в селекционной работе производителей лучшей в мире молочной породы – голштинской для совершенствования продуктивных качеств отечественного скота, а также внедрение в производство современных промышленных технологий производства молока способствовали созданию значительного поголовья высокопродуктивных животных. В этих условиях основной задачей, стоящей перед специалистами АПК, является дальнейшее увеличение молочной продуктивности коров и повышение качества получаемого от них молока [1, 2]. При оптимальных условиях кормления и содержания совершенствование продуктивных качеств коров возможно за счет рационального использования продуктивного потенциала отечественных пород крупного рогатого скота. По мнению многих ученых [3, 4, 5], продолжительный период продуктивного использования коров является одним из важных резервов увеличения производства молока в условиях крупных высокотехнологичных промышленных животноводческих предприятий. Продуктивное долголетие коров является селекционным признаком и характеризует экономическую эффективность производства молока [2, 6, 7]. Окупаемость всех затрат на выращивание и обслуживание животных возможно при условии продуцирования молока коровой в течение длительного периода времени – 3-х лактаций и более [1]. Проводимая в течение десятилетий голштинизация отечественного черно-пестрого скота способствовала приобретению признаков улучшающей породы и, как отмечают некоторые ученые [4, 5], привела к сокращению продуктивного долголетия коров. В связи с этим является актуальным проведение сравнительного анализа показателей молочной продуктивности и периода продуктивного долголетия коров голштинской и черно-пестрой пород в животноводческих предприятиях России разных форм хозяйствования за последнее десятилетие.

Цель исследования – выявить динамику признаков продолжительности продуктивного долголетия (возраст стада, возраст выбытия, возраст первого отела) коров голштинской и черно-пестрой пород в сельскохозяйственных предприятиях РФ за 2010-2019 гг.

Материалы, методы и объекты исследований. Материалом исследований послужила информация по численности коров, удоя, возраста первого отела, среднего возраста стада, возраста выбытия, опубликованная в «Ежегоднике по племенной работе в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации» за исследуемый период в товарных хозяйствах, племенных заводах и племенных репродукторах.

Объектом исследования являлось поголовье скота черно-пестрой и голштинской пород в сельскохозяйственных предприятиях России с разным уровнем селекционной работы.

Материалы исследования были обработаны методом вариационной статистики с использованием программного обеспечения «Microsoft Excel» на ПК.

Результаты исследований. В соответствии с Доктриной Продовольственной безопасности обеспеченность населения страны молоком и молочными продуктами должна составлять не менее 90%, но этот уровень остается недостижимым. Сдерживающим фактором увеличения производства молока в стране, по-прежнему, остается сокращение поголовья

коров. Так, по данным Министерства сельского хозяйства РФ, поголовье крупного рогатого скота во всех категориях хозяйств на 1 января 2020 г. составило 18122 тыс. гол., что на 0,2% меньше по сравнению с началом 2019 г. [8, 9].

В настоящее время в Российской Федерации большинство поголовья молочного скота представлено черно-пестрой (1320,5 тыс. гол., или 49,98%) и голштинской (606,3 тыс. гол., или 22,95%) породами [9].

В России основное производство молока сосредоточено в товарных и племенных животноводческих предприятиях. При этом в последних осуществляется селекционная работа по совершенствованию племенных и продуктивных качеств скота на более высоком уровне менеджмента.

Поддержание валового производства молока на определенном уровне зависит как от численности дойных коров, так и от уровня их продуктивности. Поэтому основными задачами сельхозпроизводителей является выведение высокопродуктивных животных и создание условий для их длительного использования.

Динамика численности поголовья коров черно-пестрой и голштинской пород и валового производства молока от них в товарных и племенных хозяйствах за период с 2010 по 2019 гг. представлена на рисунке 1.

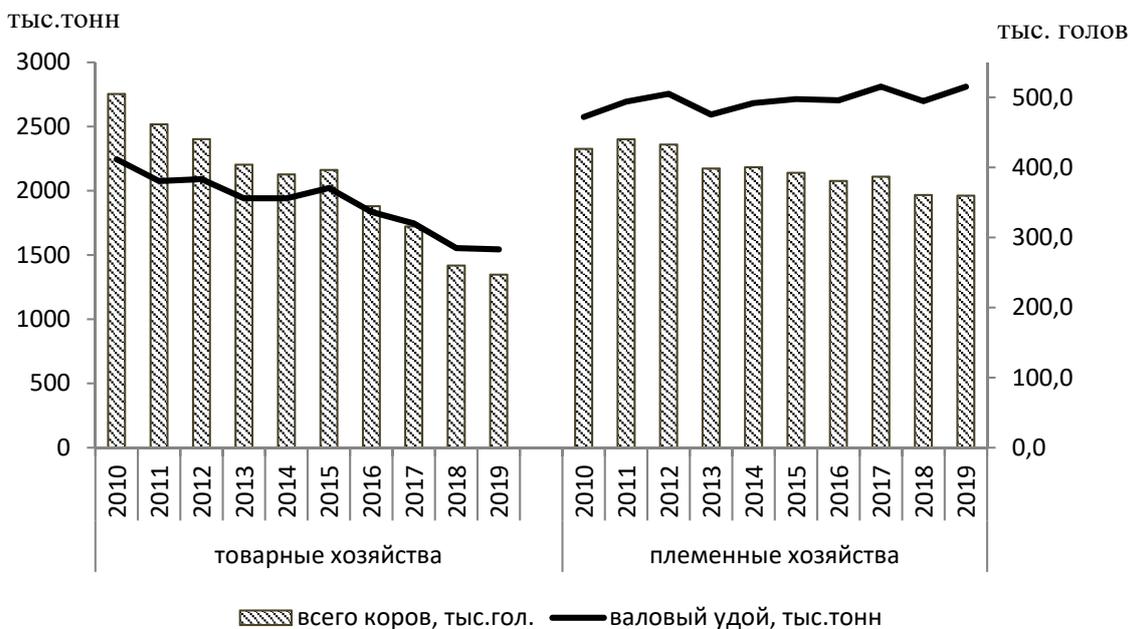


Рис. 1. Динамика численности и валового производства молока коров черно-пестрой породы

Из приведенных на графиках данных видно, что за исследуемый период в товарных хозяйствах отмечено сокращение поголовья скота на 51,1% (с 504,9 до 247,0 тыс. гол.) при снижении валового производства молока на 702 тыс. т (31,3%). Однако в племенных хозяйствах, несмотря на сокращение поголовья коров на 15,6%, валовое производство молока увеличилось на 235 тыс. т, или 9,1%. Отмеченную тенденцию можно объяснить проведением целенаправленной селекционной работы по повышению молочной продуктивности коров.

Голштинская порода является лучшей в мире по молочной продуктивности, и в последние годы в нашей стране наблюдается значительный рост популяции скота этой породы (+3,05% к 2018 г., +18,30% к 2010 г.) [9]. По данным за 2010-2019 гг. (рис. 2), можно сделать заключение, что наибольший прирост поголовья коров (в 5,2 раза) наблюдается в племенных хозяйствах, при этом валовое производство молока увеличилось с 306 тыс. т до 2074 тыс. т (в 6,8 раза). В товарных хозяйствах прирост поголовья составил 52,1%, а валовый удой повысился в 1,5 раза.

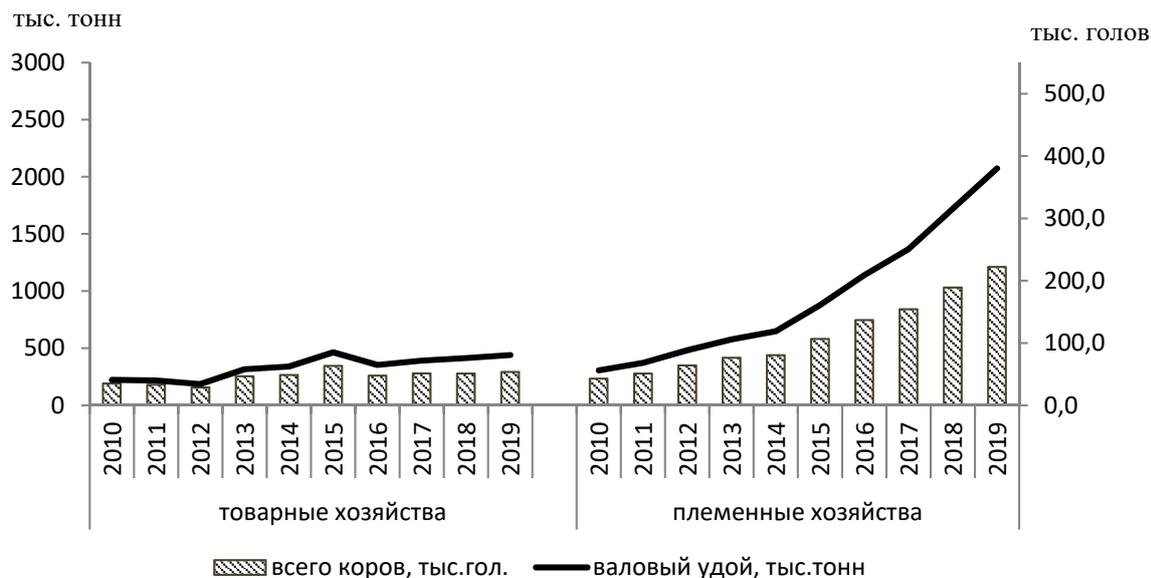


Рис. 2. Динамика численности и валового производства молока коров голштинской породы

При разном уровне организации племенной работы со стадом продолжительность продуктивного долголетия коров и величина получаемого от них молока имеют различия, которые характеризуются определенной закономерностью (табл. 1).

Таблица 1. Продолжительность производственного использования и удой коров в хозяйствах с разным уровнем племенной работы

| Показатели | Категория хозяйств | | | | | |
|-----------------------------|--------------------|---------|------------------|---------|------------------------|---------|
| | Товарные хозяйства | | Племенные заводы | | Племенные репродукторы | |
| | 2010 г. | 2019 г. | 2010г. | 2019 г. | 2010 г. | 2019 г. |
| <i>Черно-пестрая порода</i> | | | | | | |
| Число коров, тыс. гол. | 504,94 | 247,01 | 173,39 | 158,34 | 252,99 | 201,32 |
| Возраст 1 отела, мес. | 29,3 | 27,2 | 27,2 | 25,3 | 28,2 | 26,5 |
| Средний возраст, отелов | 2,96 | 2,61 | 2,54 | 2,47 | 2,74 | 2,55 |
| Возраст выбытия, отелов | 3,68 | 3,14 | 3,25 | 3,33 | 3,47 | 3,50 |
| Удой, кг | 4448 | 6251 | 6715 | 8614 | 5578 | 7183 |
| <i>Голштинская порода</i> | | | | | | |
| Число коров, тыс. гол. | 35,1 | 53,41 | 6,13 | 116,18 | 36,51 | 105,89 |
| Возраст 1 отела, мес. | 27,3 | 24,7 | 26,9 | 24,4 | 28,2 | 24,0 |
| Средний возраст, отелов | 1,79 | 1,92 | 2,28 | 2,13 | 2,09 | 2,13 |
| Возраст выбытия, отелов | 2,16 | 2,48 | 2,75 | 2,55 | 2,25 | 2,72 |
| Удой, кг | 6343 | 8263 | 7493 | 9458 | 7120 | 9212 |

Так, во всех категориях хозяйств за последние 10 лет произошло уменьшение возраста 1-го отела коров обеих пород, что свидетельствует об использовании интенсивных технологий выращивания ремонтного молодняка. Следует отметить, что значительные изменения по этому показателю выявлены по голштинской породе в племенных репродукторах (4,2 мес.), а в товарных хозяйствах и племенных заводах – 2,6 и 2,5 мес. соответственно. По черно-пестрой породе различия в возрасте 1-го отела составили от 1,7 (племенные репродукторы) до 2,1 мес. (товарные хозяйства). В исследуемых стадах, специализирующихся на разведении скота черно-пестрой породы, возраст выбытия коров составляет более 3-х отелов, при этом отмечается уменьшение величины среднего возраста коров в племенных заводах до 2,47 отела. В то же время в товарных хозяйствах и племенных репродукторах, специализирующихся на

разведении скота голштинской породы, продолжительность продуктивного использования коров увеличивается, но не превышает продуктивное долголетие черно-пестрых сверстниц. Выявлена тенденция к значительному увеличению молочной продуктивности коров исследуемых пород во всех категориях хозяйств на 28,3-40,5% (черно-пестрая порода) и 26,2-30,3% (голландская порода).

На объем производства молока оказывает влияние комплекс признаков, и при этом необходимо учитывать возрастную структуру стада. Экономически и зоотехнически обоснованная структура стада коров по возрасту характеризуется преобладанием в нем коров 1-4-й лактаций, жестко отобранных по их хозяйственной ценности, и некоторым процентом коров старшего возраста, сохраняющих продуктивность выше средней по стаду [1, 2, 6].

Проведенный анализ динамики среднего возраста стада в отелах в разных категориях хозяйств страны по голштинской и черно-пестрой породам показал, что основное поголовье в стадах составляют коровы 1-2 отелов, при этом возраст стада колеблется от 2,47 до 2,98 по черно-пестрой породе и от 1,79 до 2,20 отела по голштинской породе (рис. 3).

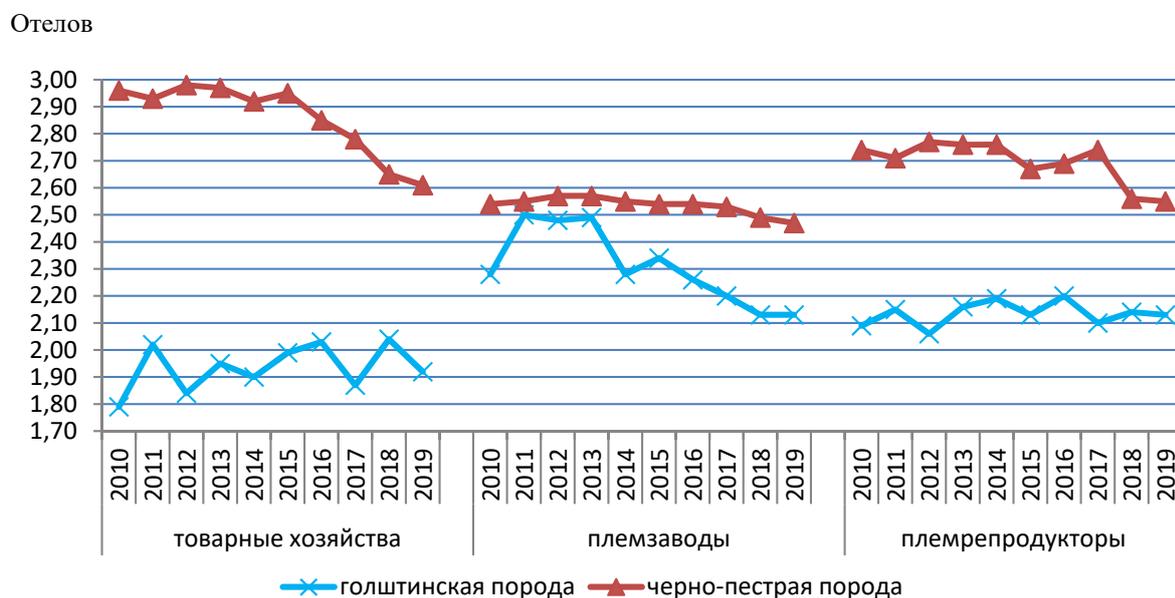


Рис. 3. Динамика среднего возраста стада в отелах в разных категориях хозяйств за 2010-2019 гг.

По черно-пестрой породе наибольшее снижение среднего возраста стада отмечено в товарных хозяйствах с 2,96 до 2,61 отела, а в племрепродукторах – с 2,74 до 2,55 отела. В племзаводах средний возраст стада несколько ниже и изменяется незначительно – от 2,47 до 2,57 отела.

По голштинской породе наиболее высокий средний возраст стада отмечен в племзаводах, который снижается с 2,55 отела (2011 г.) до 2,13 отела (2019 г.). Следует отметить, что в товарных хозяйствах и племрепродукторах наблюдаются незначительные колебания среднего возраста стада, и этот показатель остается невысоким (от 1,84 до 2,04 отела и от 2,06 до 2,20 отела соответственно).

Снижение среднего возраста стада можно интерпретировать введением в стадо большого количества молодых животных с более высоким генетическим потенциалом продуктивности, которые замещают коров старой селекции, не удовлетворяющих современным требованиям рентабельного производства молока.

Наиболее полное представление о продолжительности продуктивного использования коров в стаде характеризует возраст их выбытия (рис. 4).

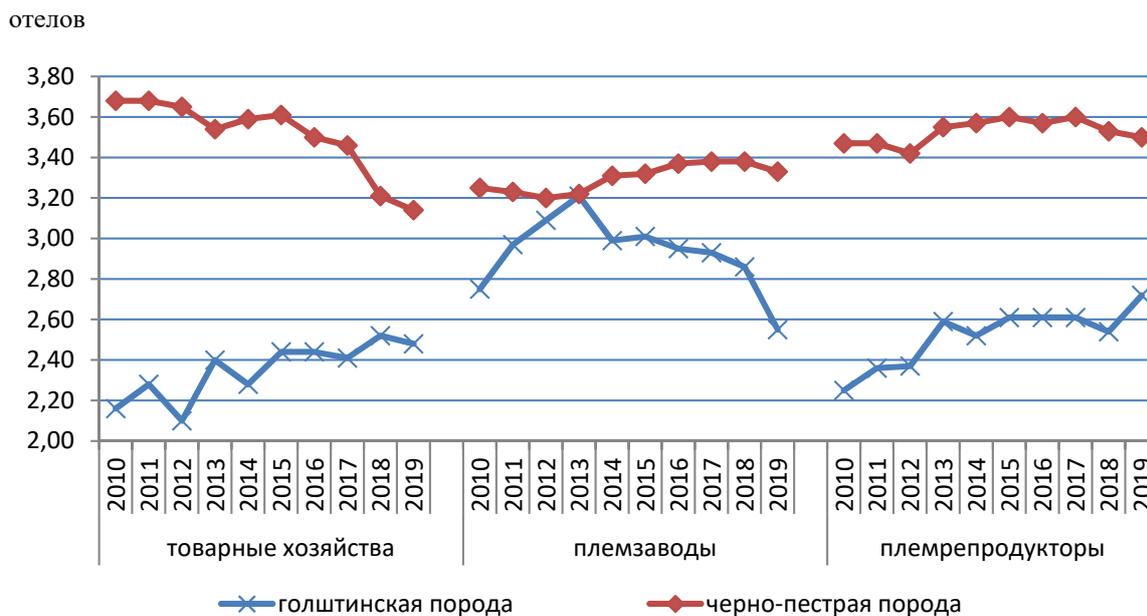


Рис. 4. Динамика возраста выбытия коров в отелах в разных категориях хозяйств за 2010-2019 гг.

Из данных, представленных на рисунке 4, видно, что коровы черно-пестрой породы используются в стаде более длительный период времени, чем особи голштинской породы (3,14-3,68 против 2,10-3,21 отела). По черно-пестрой породе отмечена тенденция уменьшения возраста выбытия коров в условиях товарных хозяйств (с 3,68 до 3,14 отела), в то же время в племенных заводах и репродукторах проводится целенаправленная селекционная работа на повышение срока продуктивного долголетия коров, и их возраст выбытия за последние 10 лет незначительно увеличился – на 0,8 и 0,3 отела соответственно. По голштинской породе выявлена тенденция увеличения продолжительности продуктивного использования коров в товарных хозяйствах (с 2,16 до 2,48 отела) и племярепродукторах (с 2,25 до 2,72 отела). Установлено, что в племенных заводах в 2013 г. был наибольший возраст выбытия коров (3,21 отела), который в последующие годы уменьшился до 2,55 отела (2019 г.).

Снижение возраста выбытия коров возможно как при вынужденной их выбраковке из-за несоответствующих условий содержания, так и при целенаправленной их замене животными нового поколения, наиболее отвечающих требованиям современного молочного производства и интенсивным технологиям содержания.

На продуктивное долголетие коров, как селекционный признак, оказывают влияние разные факторы, в том числе возраст первого отела. По мнению зарубежных и отечественных исследователей [1, 3, 7, 10], возраст первого отела имеет важное экономическое значение, так как при выращивании ремонтных телок молочных пород требуются значительные финансовые затраты на кормление и содержание животных, а также их обслуживание в течение значительного периода времени. Выращивание телок составляет 15-20% общих затрат на производство молока, в связи с чем возникает необходимость определения оптимального возраста при первом отеле с учетом породных особенностей. Так, для голштинской породы экономически целесообразным является возраст первого отела 23-24 мес.

В последние годы современные методы управления в стадах улучшились, и одним из результатов этой деятельности стало заметное снижение возраста первого отела в целом по породам и категориям хозяйств (рис. 5).

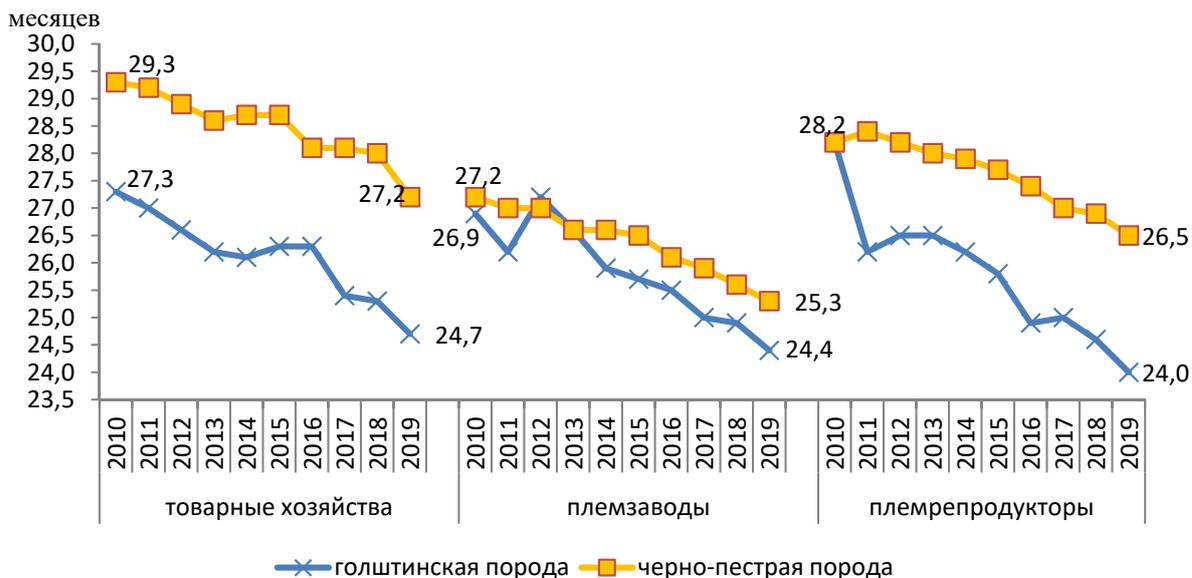


Рис. 5. Динамика возраста 1 отела коров в разных категориях хозяйств за 2010-2019 гг.

В 2010 г. средний возраст первого отела у коров голштинской породы составил в товарных хозяйствах 27,3 мес., в племярепродукторах – 28,2 мес. и в племязаводах – 26,9 мес. В настоящее время (2019 г.) этот показатель уменьшился во всех категориях хозяйств и составил 24,7, 24,0 и 24,4 мес. соответственно. По черно-пестрой породе отмечены аналогичные закономерности на фоне более позднего возраста первого отела (на 1,7-2,1 мес.).

Результаты детального анализа распределения поголовья коров черно-пестрой и голштинской пород по возрасту первого отела за 2010 и 2019 гг. представлены на рисунках 6 и 7.

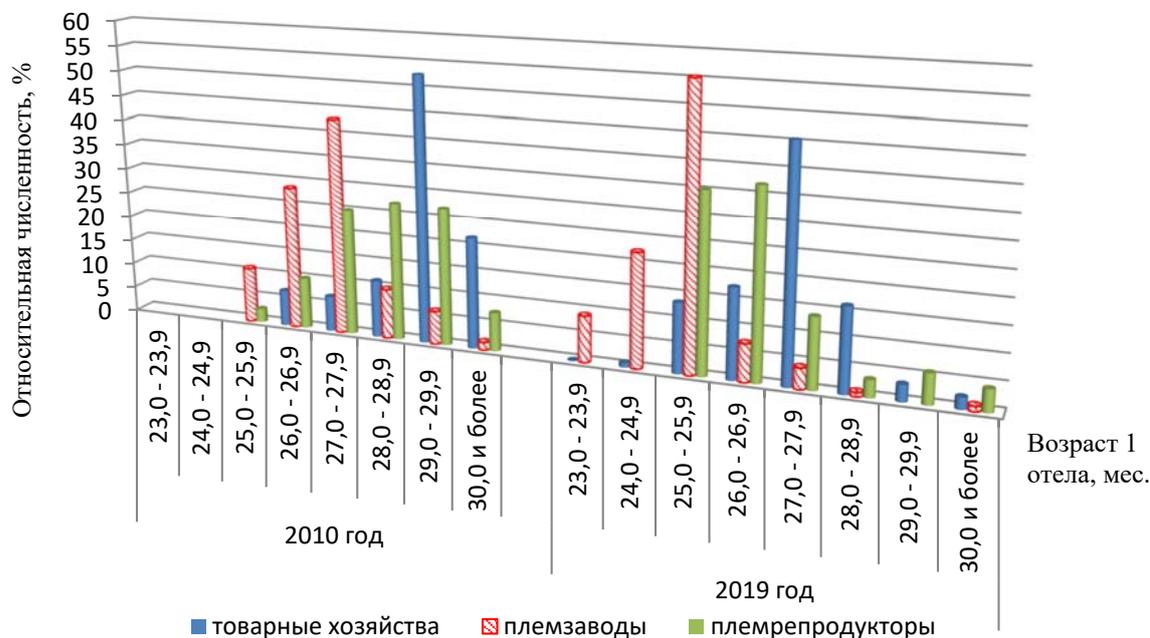


Рис. 6. Распределение коров черно-пестрой породы по возрасту 1 отела (2010 и 2019 гг.)

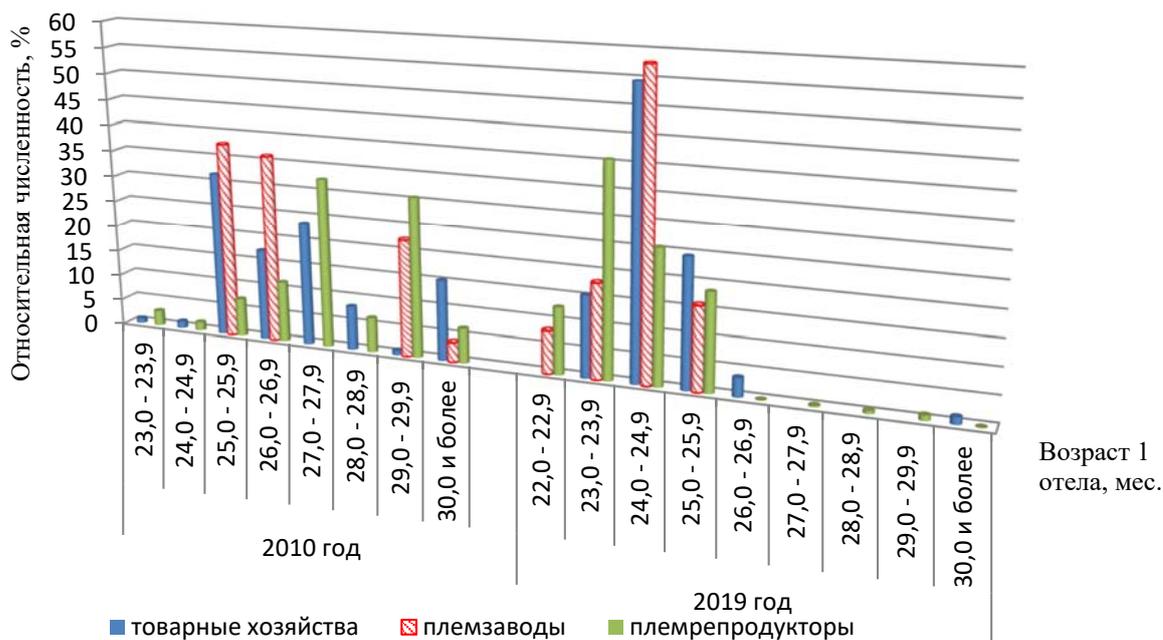


Рис. 7. Распределение коров голштинской породы по возрасту 1 отела (2010 и 2019 гг.)

В 2010 г. в товарных хозяйствах наибольшее поголовье коров черно-пестрой породы (52,7%) имело 1-й отел в возрасте 29,0-29,9 мес., в племязаводах – 42,9% в 27,0-27,9 мес.; в племярепродукторах – 79,6% в 27,0-29,9 мес. (рис. 6). В 2019 г., в результате улучшения менеджмента в стадах, у основного поголовья коров в товарных хозяйствах (45,6%) первый отел был в возрасте 27,0-27,9 мес., в племязаводах – 53,3% в 25,0-25,9 мес. и племярепродукторах – 72,4% в возрасте 25,0-26,9 мес.

По голштинской породе распределение коров по возрасту первого отела в 2010 г. в хозяйствах разных категорий составило: товарные – 73,0% в 25,0-27,9 мес., племязаводы – 73,8% в 25,0-26,9 мес., племярепродукторы – 69,9% в 27,0-29,9 мес. (рис. 7). В 2019 г. основная масса коров во всех категориях хозяйств (70,2; 75,8 и 66,4% соответственно) оказалась в диапазоне более раннего возраста первого отела, который составил 23,0-24,9 мес. Отмеченные закономерности способствуют существенному снижению расходов на выращивание ремонтного молодняка в общих затратах при расчете рентабельности производства молока.

Выводы. На основе проведенного анализа можно сделать заключение, что в животноводческих предприятиях с разным уровнем племенной работы со стадами черно-пестрой и голштинской пород проводилась целенаправленная селекция по оптимизации признаков продуктивного долголетия коров, которая способствовала увеличению молочной продуктивности коров и наращиванию объема валового производства молока в стране.

**Исследование выполнено при поддержке Государственного задания, № АААА-А18-118021590134-3 по теме № 0445-2019-0027.*

Литература

1. **Валитов Х.З., Кармаев С.В.** Продуктивное долголетие коров в условиях интенсивной технологии производства молока: монография. – Самара: РИЦ СГСХА, 2012. – 322 с.
2. **Анистенок С.В., Тулинова О.В.** Срок продуктивного использования и прибыльность выбывших коров // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2013. – №4. – С. 20-24.

3. **Виноградова Н.Д., Падерина Р.В.** Продолжительность использования молочных коров в зависимости от интенсивности роста и продуктивности в первую лактацию // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – №40. – С. 82-86.
4. **Сафронов С.Л.** Научно-практическое обоснование увеличения производства продукции скота черно-пестрой породы: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.02.10. – М., 2019. – 304 с.
5. **Васильева О.К., Виноградова Н.Д.** Показатели продуктивного долголетия коров разного происхождения // Инновационные технологии в сельскохозяйственном производстве, экономике, образовании: матер. междунар. науч-практ. конф., посвящ. 110-лет. со дн. рожд. д-ра ветер. наук, проф. Есютина А.В. – Троицк: Ю-УрГАУ, 2016. – С. 52-56.
6. **Сафронов С.Л., Давыдова О.А.** Оптимизация продуктивного долголетия коров как фактор увеличения производства молока // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – №4 (57). – С. 65-71.
7. **Падерина Р.В., Чучалина Н.Н., Виноградова Н.Д.** Влияние отдельных факторов на продуктивное долголетие коров // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2019. – №3 (56). – С. 106-111.
8. **Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации** [Электронный ресурс]. – URL: <http://kremlin.ru/acts/news/62627> (дата обращения: 26.08.2020).
9. **Ежегодник по племенной работе** в молочном скотоводстве в хозяйствах Российской Федерации (2010-2019) / И. М. Дунин и др. – М.: ФГБНУ ВНИИплем. – 2011-2020. – 270 с.
10. **Hare E., Norman H. D., Wright J. R.** Trends in Calving Ages and Calving Intervals for Dairy Cattle Breeds in the United States // J. Dairy Sci. – 89 (2006). – pp. 365–370.

Literatura

1. **Valitov H.Z., Karamaev S.V.** Produktivnoe dolgoletie korov v usloviyah intensivnoj tekhnologii proizvodstva moloka: monografiya. – Samara: RIC SGSZA, 2012. – 322 s.
2. **Anistenok S.V., Tulinova O.V.** Srok produktivnogo ispol'zovaniya i pribyl'nost' vybyvshikh korov // Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii. – 2013. – №4. – S. 20-24.
3. **Vinogradova N.D., Paderina R.V.** Prodolzhitel'nost' ispol'zovaniya molochnyh korov v zavisimosti ot intensivnosti rosta i produktivnosti v pervuyu laktaciju // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2015. – №40. – S. 82-86.
4. **Safronov S.L.** Nauchno-prakticheskoe obosnovanie uvelicheniya proizvodstva produkci skota cherno-pestroj porody: dis. ... d-ra s.-h. nauk: 06.02.10. – М., 2019. – 304 с.
5. **Vasil'eva O.K., Vinogradova N.D.** Pokazateli produktivnogo dolgoletiya korov raznogo proiskhozhdeniya // Innovacionnye tekhnologii v sel'skokhozyajstvennom proizvodstve, ehkonomie, obrazovanii: mater. mezhdunar. nauch-prakt. konf., posvyashch. 110-let. so dn. rozhd. d-ra veter. nauk, prof. Esyutina A.V. – Troick: Yu-URGAU, 2016. – S. 52-56.4.
6. **Safronov S.L., Davydova O.A.** Optimizaciya produktivnogo dolgoletiya korov kak faktor uvelicheniya proizvodstva moloka // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – №4 (57). – S. 65-71.
7. **Paderina R.V., Chuchalina N.N., Vinogradova N.D.** Vliyanie otdel'nykh faktorov na produktivnoe dolgoletie korov // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – №3 (56). – S. 106-111.
8. **Доктрина продовольственной безопасности** Россиjsкой Федерacii [Ehlektronnyj resurs]. – URL: <http://kremlin.ru/acts/news/62627> (data obrashcheniya: 26.08.2020).
9. **Ezhegodnik po plemennoj rabote** v molochnom skotovodstve v khozyajstvakh Россиjsкой Федерacii (2010-2019) / I. M. Dunin i dr. – М.: FGBNU VNIИплем. – 2011-2020. – 270 с.
10. **Hare E., Norman H. D., Wright J. R.** Trends in Calving Ages and Calving Intervals for Dairy Cattle Breeds in the United States // J. Dairy Sci. – 89 (2006). – pp. 365–370.

УДК 636.22/28

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13088

Доктор с.-х. наук **В.Н. ПРИСТУПА**
(ФГБОУ ВО ДонГАУ, prs40@yandex.ru)
Канд. с.-х. наук **О.В. КРОВОТА**
(ФГБОУ ВО ДонГАУ, alb9652@yandex.ru)
Канд. с.-х. наук **К.С. САВЕНКОВ**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, vetkos@inbox.ru)

МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СКОТА КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ РАЗЛИЧНЫХ ЛИНИЙ

Равномерно высокое обеспечение населения высококачественным продовольствием является одним из важнейших условий стабильности отдельных регионов и страны в целом. Удовлетворение потребностей промышленности в сырье, а населения в продуктах питания за счет собственного производства является лидирующим аргументом самообеспечения продукции животноводства в России. Однако начавшееся сокращение поголовья крупного рогатого скота в стране в период внедрения рыночной экономики пока, к сожалению, не стабилизировалось, а в конце этого десятилетия и более того, последние месяцы из-за мирового кризиса спад наметился и в других странах. Производство говядины снизилось в России и в Ростовской области с 27 до 18 кг на душу населения. Хотя по рациональным нормам, рекомендованным Институтом питания АМН России, требуется в год на душу населения 320-340 кг молока и 25 кг говядины [1].

С целью достижения этих показателей в государственных и отраслевых целевых программах предусмотрена интенсификация выращивания молодняка и увеличение количества скота специализированных мясных пород, обеспечив в 2022 году долю производства говядины от мясного скота до 35-40%. При этом с 2019 по 2025 годы приоритетом является обеспечение продовольственной безопасности, повышение добавленной стоимости, обеспечение роста экспорта и инвестиций в основной капитал отрасли. Наряду с использованием импортных пород намечается широкое применение хорошо приспособленных к суровым засушливым регионам животных калмыцкой, казахской белоголовой и русской комолой пород. На их долю приходится более 65% от численности скота мясных пород России [2,3].

Однако по состоянию на начало 2019 г. в стране, и в том числе в Ростовской области, на долю мясных пород приходится менее 15% от общего поголовья крупного рогатого скота. При этом ведущее место в мясном скотоводстве области занимает калмыцкая порода. Одним из методов ускоренного повышения ее племенной и продуктивной ценности является внедрение интенсивных технологий и разведение тяжеловесных линейных животных, хорошо приспособленных к местным природно-климатическим условиям [4,5].

При отборе и подборе для использования в воспроизводстве, основное внимание должно уделяться животным с четким проявлением способности конвертировать питательные вещества растительных кормов в рост мышечной ткани и имеющих пышное развитие мускулатуры пояснично-крестцовой части туловища и бедер. Однако эти качества животных, по данным О.А. Бабкина и др. [6]; Ф.Г. Каюмова и др. [7], имеют низкие показатели наследуемости, и без оценки продуктивности родственников и комбинационной способности линий эффект селекции ограничен. Поэтому целесообразно знать, как проявят свои продуктивные качества животные различных линий калмыцкой породы и какие более перспективные для селекции в условиях резко-континентального засушливого климата степной зоны Южного федерального округа при широком использовании кормов, полученных непосредственно в хозяйствах [8, 9]. Исследования в этом направлении являются актуальными и имеют теоретическое и народнохозяйственное значение.

Цель исследования – изучить мясную продуктивность потомков различных линий животных калмыцкой породы в племязаводе ООО «Солнечное» Ростовской области.

Материалы, методы и объекты исследований. Исследования по оценке влияния линейной принадлежности на формирование мясной продуктивности животных калмыцкой породы при стойлово-пастбищной технологии проводили в племязаводе ООО «Солнечное» Ростовской области. В ходе выполнения работы использованы экспериментальные и общие методы научного познания на основе наблюдений, сравнительного анализа и теоретического обобщения информационных, зоотехнических и анатомических данных.

Для характеристики генеалогических связей и продуктивных данных племенного поголовья различных линий использовался разработанный нами комплекс компьютерных программ ПУМС. На его основе создана электронная база данных зоотехнического учета скота этого хозяйства и определены за последние 15 лет генетико-селекционные параметры продуктивных качеств. Работа выполнена на поголовье более 1600 животных, из них для детального изучения формирования мясной продуктивности использовано 100 бычков разных линий калмыцкой породы. Во всех научно-хозяйственных опытах животные содержались по стойлово-пастбищной технологии с беспривязным содержанием.

С целью определения особенностей роста, развития и формирования мясной продуктивности потомков различных линий были проведены исследования. Для этого в 8-месячном возрасте отобрано по принципу аналогов по 25 бычков продолжателей существующей генеалогической линии Манежа 7113 и созданных нами заводских линий Пирата 6626, Похвального 8643 и Ожога 6136. Индивидуальные данные об изменении живой массы в 8, 12, 15 и 18-месячном возрасте биометрически обработаны по каждой группе животных с помощью компьютерных программ ПУМС и Microsoft Excel. В зимний период выращивания бычки всех групп находились в одной секции при равных условиях содержания и одинаковом уровне кормления с расчетом получения не менее 800 грамм суточного прироста. В теплый период года использовали степные пастбища и подкормку концентратов из расчета 1-2,5 кг на голову в сутки.

Для оценки мясной продуктивности было отобрано по принципу аналогов по 3 бычка из каждой линии для контрольного убоя, который провели на убойном пункте племенного завода по методике ВАСХНИЛ, ВИЖ, ВНИИМП (1977). Убойные качества определяли по предубойной живой массе, массе парной туши, массе внутреннего жира-сырца, убойной массе, убойному выходу и морфологическому составу туши.

Для этого после суточного охлаждения при температуре от 0 до +4°C провели обвалку левой полутуши и определили абсолютное и относительное содержание мышечной и жировой тканей, костей, сухожилий, а также выход мякотных тканей на 1 кг костей в туше (индекс мясности).

Общие химические показатели в мясе-фарше и аминокислоты длиннейшей мышцы спины бычков определяли по общепринятым методикам (ГОСТ 34132-2017).

Экономическая эффективность выращивания бычков разных пород определялась на основе затрат, сложившихся в хозяйстве в период проведения исследований.

Результаты исследований. В вышеотмеченных племенных заводах на основе анализа созданной нами электронной базы данных показателей продуктивности основного стада и их потомков определили, что при отборе животных в селекционное ядро с фиксированными показателями лимитов различных признаков их изменчивость (лимит) и эффект селекции (Δg) пока очень низкие (табл. 1). Вероятно, это связано с тем, что ни в одном стаде анализируемой популяции в течение последних лет при отборе не учитывались коэффициенты взаимосвязи и наследуемости признаков, определяющих интенсивность роста и формирование мясной продуктивности животных калмыцкой породы.

Таблица 1. Вариация признаков селекционного ядра и ожидаемый эффект селекции

| Признак | Маточное поголовье селекционного ядра племенного завода | |
|--|---|-----------------------------|
| | ОАО «Прогресс», n = 618 | ООО «Солнечное», n = 526 |
| Лимит: живой массы, кг | 423-540 | 425-560 |
| оценки экстерьера, бал. | 20-27 | 23-27 |
| оценки по комплексу признаков, бал. | 73-82 | 75-85 |
| S _d живой массы, кг | 81 | 72 |
| S _d оценки экстерьера, бал. | 1 | 3 |
| S _d по комплексу признаков, бал. | 5 | 8 |
| h ² живой массы | 0,20 | 0,19 |
| h ² оценки экстерьера | 0,65 | 0,67 |
| h ² оценки по комплексу признаков | 0,27 | 0,18 |
| Интенсивность отбора | 17 | 26 |
| Δg селекции живой массы | 17,41 | 13,63 |
| Δg оценки экстерьера | 0,62 | 2,02 |
| Δg оценки по комплексу признаков | 1,33 | 1,42 |

Очевидно поэтому на эффект селекции по хозяйственно-полезным признакам не оказала положительного влияния величина селекционного дифференциала (S_d) и интенсивность отбора. Аналогичная закономерность проявилась и в процессе создания новых заводских линий, хотя живая масса основного стада соответствовала требованиям высших бонитировочных классов.

При этом наибольшая живая масса отмечена у быков и коров, вновь созданных заводских линий Похвального 8643, Пирата 6636 и Ожога 6136, с некоторым преимуществом в пользу продолжателей линии Похвального 8643 (табл. 2). Наименьшая живая масса животных анализируемого возраста отмечена у сверстников наиболее распространенной генеалогической линии Манежа 7113. Ее продолжатели по этому признаку на 11-24 кг уступали сверстникам заводских линий и на 1-19 кг – животным племенного ядра.

Таблица 2. Живая масса быков и коров различных линий, кг (x±Sx)

| Заводская (ЗЛ.), генеалогическая (ГЛ.) линии | n (быки/ коровы) | Быки | | Коровы | |
|--|---------------------|-----------|-------------------|-----------|-------------------|
| | | до 3 лет | 5 лет и старше | до 3 лет | 5 лет и старше |
| ЗЛ. Пирата 6626 | 14/45 | 718±13 | 873±8 | 435±10 | 538±10 |
| ЗЛ. Похвального 8643 | 11/42 | 724±14 | 885±9 | 439±9 | 541±12 |
| ЗЛ. Ожога 6136 | 7/33 | 721±11 | 875±10 | 437±8 | 539±9 |
| ГЛ. Манежа 7113 | 7/34 | 699±8 | 862±9 | 422±10 | 527±12 |
| В среднем по стаду племенного ядра | 16/180 | 718±11 | 856±14 | 427±15 | 528±11 |
| Требования классов элита / элита-рекорд | | 685 / 720 | 820 / 860 | 420 / 440 | 500/ 520 |

Аналогичная закономерность проявилась и при выращивании в равных стойлово-пастбищных условиях бычков этих линий. Наибольшая живая масса бычков при рождении и в последующем отмечена у потомков заводской линии Похвального 8643, имеющих за 18-месячный период почти 800 г суточного прироста и живую массу в конце контроля на 14 кг выше требований класса элита-рекорд (табл. 3).

Таблица 3. Показатели живой массы бычков различных линий, кг

| Возраст, мес. | Наименование линии бычков (n=25 в группе) | | | |
|----------------------|---|------------------|------------|-----------------|
| | заводская | | | генеалогическая |
| | Пирата 6626 | Похвального 8643 | Ожога 6136 | Манежа 7113 |
| При рождении | 23,3±0,40 | 25,4±0,34 | 24,0±0,35 | 23,0±0,38 |
| 8 | 215±1,3 | 225±1,8 | 220±1,6 | 210±1,5 |
| 12 | 310±2,6 | 335±2,3 | 320±2,3 | 305±2,4 |
| 15 | 395±3,2 | 418±3,5 | 405±3,3 | 380±3,7 |
| 18 | 436±3,7** | 459±3,3 | 445±3,9* | 415±3,3*** |
| Абсолют. прирост, кг | 412,7±3,8 | 433,6±4,0 | 421±3,3 | 392±4,1 |
| Суточный прирост, г | 754 | 791 | 769 | 717 |

* - P>0,95; ** - P>0,99; *** - P>0,999

Второе место заняли потомки заводской линии Ожога 6136, а последнее место – генеалогической линии Манежа 7113, живая масса которых была на 30 кг ниже требований класса элита-рекорд. Эти данные свидетельствуют, что потомки линий Пирата 6626 и Манежа 7113 хуже приспособлены к условиям хозяйства и у них достоверно ниже (P>0,95) предубойная живая масса, масса парной туши, внутреннего сала, убойная масса и выход мышечной ткани, чем у сверстников других линий (табл. 4, 5).

Таблица 4. Показатели убоя бычков различных линий в возрасте 18 мес.

| Показатель | Линия | | | |
|-------------------------|-------------|------------------|------------|-------------|
| | Пирата 6626 | Похвального 8643 | Ожога 6136 | Манежа 7113 |
| Предубойная масса, кг | 429±4,4 | 451±5,2 | 438±5,0 | 408±3,7 |
| Масса парной туши, кг | 233,2±1,7 | 254,4±1,3 | 242,5±1,3 | 217,3±1,3 |
| Выход парной туши, % | 54,36 | 56,40 | 55,36 | 53,26 |
| Масса внутрен. сала, кг | 15,7±0,8 | 18,9±0,7 | 17,2±1,0 | 13,0±0,8 |
| Выход внутрен. сала, % | 3,67 | 4,18 | 3,92 | 3,18 |
| Убойная масса, кг | 248,9±1,9 | 273,3±1,2 | 259,7±1,6 | 230,3±1,4 |
| Убойный выход, % | 58,03 | 60,58 | 59,28 | 56,44 |

Таблица 5. Морфологический состав туши

| Показатель | Линия | | | |
|--|-------------|------------------|------------|-------------|
| | Пирата 6626 | Похвального 8643 | Ожога 6136 | Манежа 7113 |
| Масса охлажден. туши, кг | 228,6±1,5 | 249,4±1,6 | 237,7±1,4 | 212,9±1,1 |
| Масса мышечной ткани, кг | 171,45±1,5 | 188,3±1,4 | 178,75±1,3 | 158,18±1,8 |
| Выход мышечной ткани, % | 75,0 | 75,5 | 75,2 | 74,3 |
| Масса жировой ткани, кг | 11,20±0,5 | 13,22±0,3 | 12,12±0,3 | 10,44±0,2 |
| Выход жировой ткани, % | 4,9 | 5,3 | 5,1 | 4,9 |
| Масса мышечной и жировой тканей с туши, кг | 182,65 | 201,52 | 190,87 | 168,62 |
| Масса костей, кг | 41,37±0,4 | 42,65±0,5 | 41,36±0,3 | 39,6±0,5 |
| Выход костей, % | 18,1 | 17,1 | 17,4 | 18,6 |
| Масса хрящей и сухожилий, кг | 4,80±0,1 | 5,23±0,1 | 5,47±0,2 | 4,68±0,2 |
| Выход хрящей и сухожилий, % | 2,1 | 2,1 | 2,3 | 2,2 |
| Масса костей, хрящей и сухожилий с туши, кг | 46,17 | 47,88 | 46,83 | 44,28 |
| Индекс мясности | 4,41 | 4,72 | 4,43 | 4,26 |
| Отношение съедобная / несъедобная части туши | 3,95 | 4,21 | 4,08 | 3,81 |

Обращает на себя внимание, что у бычков заводских линий при стойлово-пастбищном выращивании со среднесуточным приростом менее 800 грамм масса парной туши была на уровне 233-254 кг, а убойный выход 58-60%, что на 16-37 кг и на 2-4% выше, чем у сверстников генеалогической линии Манежа 7113. При этом у бычков генеалогической линии выход съедобной части туши составил 79,2%, а у сверстников заводских линий более 80%. Поэтому у них более высокие показатели индексов мясности и отношений съедобных к несъедобным частям туши.

Следует отметить, что в условиях стойлово-пастбищной технологии выращивания бычков заводских и генеалогических линий калмыцкой породы общие производственные затраты в расчете на 1 бычка составляли 53535-57834 рублей (табл. 6). Более высокий уровень живой массы при реализации бычков заводских линий обусловил на 2273-4299 рублей больше общих затрат на выращивание одной особи. Однако при одинаковой реализационной стоимости 1 кг живой массы от каждого бычка заводских линий выручено на 3339-4299 рублей больше, чем от сверстников генеалогической линии. Прибыль от реализации 1 бычка заводских линий варьировала в пределах 13516-15147 рублей, что на 1065-2697 рублей больше, чем от бычков генеалогической линии. При этом максимальная прибыль и рентабельность получена от выращивания и реализации бычков заводских линий Похвального 8643 и Ожога 6136.

Таблица 6. Эффективность выращивания (в среднем на одно животное)

| Показатель | Линия | | | |
|--------------------------------------|----------------|---------------------|------------|----------------|
| | Пирата 6626 | Похвального 8643 | Ожога 6136 | Манежа 7113 |
| Количество бычков, голов | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Живая масса при реализации, кг | 436 | 459 | 445 | 415 |
| Общие затраты на выращиван., руб. | 55808 | 57834 | 56293 | 53535 |
| Реализ-ная цена 1 кг жив. мас., руб. | 159 | 159 | 159 | 159 |
| Выручено от реализации, руб. | 69324 | 72981 | 70755 | 65985 |
| Получено прибыли, руб. | 13516 | 15147 | 14462 | 12450 |
| Рентабельность, % | 24,2 | 26,19 | 25,69 | 23,25 |

Выводы. Животные калмыцкой породы хорошо приспособлены к условиям засушливых степных регионов ЮФО, но более интенсивное разведение вновь созданных заводских линий будет способствовать повышению в племенных хозяйствах живой массы основного стада, увеличению убойного выхода и производства высококачественной рентабельной говядины.

Литература

1. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 02 августа 2010 г., № 593н. – М., 2010.
2. Горлов И.Ф., Левахин В.И., Ранделин Д.А. и др. Новые подходы к производству говядины на основе современных биоинженерных технологий: монография. – Элиста: Калмыцкий ГУ, 2015. – 150 с.
3. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017 - 2025 годы. – М., 2017. – 45 с.
4. Вовченко Е.В., Приступа В.Н., Колосов А.Ю., Дороженко С.А. Формирование мясной продуктивности у молодняка калмыцкой породы разных линий // Инновации в производстве продуктов питания: от селекции животных до технологии пищевых производств: материалы международной научно-практической конференции (7-8 февраля 2019 г.). – Персиановский: Донской ГАУ, 2019. – С. 160-163.

5. **Приступа В.Н., Тищенко Н.Н., Шаталов С.В., Поддубская Н.А.** Научные и практические основы повышения продуктивности скота мясных пород // *Аграрная Россия*. – 1999. – № 4. – С. 47-52.
6. **Бабкин О.А., Приступа В.Н., Лапин Ю.В., Васильченко П.Ю.** Совершенствование скота калмыцкой породы в ОАО «Племенной конный завод «Зимовниковский» // *Ветеринарная патология*. – 2010. – № 4 (35). – С. 19-24.
7. **Каюмов Ф.Г., Третьякова Р.Ф.** Работа Национальной Ассоциации заводчиков калмыцкого скота // *Мясное скотоводство – приоритеты и перспективы развития: материалы международной научно-практической конференции*. – Оренбург: Изд-во ФНЦ БСТ РАН, 2018. – С. 40-47.
8. **Васильченко П.Ю., Бабкин О.А., Приступа В.Н.** Племенная работа в мясном скотоводстве с использованием компьютерных технологий // *Ветеринарная патология*. – 2010. – № 4 (35). – С. 27-29.
9. **Приступа В.Н., Бабкин О.А., Колосов А.Ю., Казьмин А.В.** Мясная продуктивность крупного рогатого скота калмыцкой породы различных линий при стойлово-пастбищной системе содержания // *Молочное и мясное скотоводство*. – 2015. – № 1. – С. 25-27.

Literatura

1. **Prikaz Ministerstva zdravoohraneniya i social'nogo razvitiya RF ot 02 avgusta 2010 g.**, № 593n. – М., 2010.
2. **Gorlov I.F., Levahin V.I., Randelin D.A. i dr.** Novye podhody k proizvodstvu govyadiny na osnove sovremennyh bioinzhenernyh tekhnologij: monografiya. – Elista: Kalmyckij GU, 2015. – 150 s.
3. **Federal'naya nauchno-tekhnicheskaya programma razvitiya sel'skogo hozyajstva na 2017 – 2025 gody.** – М., 2017. – 45 s.
4. **Vovchenko E.V., Pristupa V.N., Kolosov A.YU., Dorozhenko S.A.** Formirovanie myasnoj produktivnosti u molodnyaka kalmyckoj porody raznyh linij // *Innovacii v proizvodstve produktov pitaniya: ot selekcii zhivotnyh do tekhnologii pishchevyh proizvodstv: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii (7-8 fevralya 2019 g.)*. – Persianovskij: Donskoj GAU, 2019. – С. 160-163.
5. **Pristupa V.N., Tishchenko N.N., SHatalov S.V., Poddubskaya N.A.** Nauchnye i prakticheskie osnovy povysheniya produktivnosti skota myasnyh porod // *Agramaya Rossiya*. – 1999. – № 4. – С. 47-52.
6. **Babkin O.A., Pristupa V.N., Lapin YU.V., Vasil'chenko P.YU.** Sovershenstvovanie skota kalmyckoj porody v ОАО «Plemennoj konnyj zavod «Zimovnikovskij» // *Veterinarnaya patologiya*. – 2010. – № 4 (35). – С. 19-24.
7. **Kayumov F.G., Tret'yakova R.F.** Rabota Nacional'noj Associacii zavodchikov kalmyckogo skota // *Myasnoe skotovodstvo – priority i perspektivy razvitiya: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*. – Оренбург: Изд-во FNC BST РАН, 2018. – С. 40-47.
8. **Vasil'chenko P.YU., Babkin O.A., Pristupa V.N.** Plemennaya rabota v myasnom skotovodstve s ispol'zovaniem komp'yuternykh tekhnologij // *Veterinarnaya patologiya*. – 2010. – № 4 (35). – С. 27-29.
9. **Pristupa V.N., Babkin O.A., Kolosov A.YU., Kaz'min A.V.** Myasnaya produktivnost' krupnogo rogatogo skota kalmyckoj porody razlichnyh linij pri stojlovo-pastbishchnoj sisteme soderzhaniya // *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo*. – 2015. – № 1. – С. 25-27.

УДК 636.4.082.4

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13094

Канд. с.-х. наук **Н.В. ФОМИНА**
(ФГБОУ ВО Ю-УрГАУ, vip.nataly.f@mail.ru)
Доктор с.-х. наук **С.Л. САФРОНОВ**
(ФГБОУ ВО СПбГУВМ, safronovsl@list.ru)

ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА РЕМОНТНЫХ И ОСНОВНЫХ СВИНОМАТОК В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ

Одной из наиболее высокоэффективных отраслей животноводства является свиноводство. Высокое многоплодие, короткий период супоросности, способность в течение одного года давать по два и более опоросов, высокая биологическая и хозяйственная скороспелость – умело используются во многих странах для ускоренного производства продукции [1, 2].

Сегодня основные показатели в отечественном свиноводстве существенно отстают от европейских стандартов, согласно которым от одной свиноматки необходимо получать 25-27 и даже 27-30 поросят в год, вырастив которых при интенсивном откорме, можно иметь 2,5-3,0 т свинины [3, 4].

Вступление России во Всемирную торговую организацию поставило перед отечественной наукой и практикой новую задачу – обеспечить конкурентность отечественного животноводства как на внешнем, так и на внутреннем рынках [5, 6, 7].

Особенности племенной базы свиноводства нашей страны, а также специфические условия среды, оказывающие влияние на приспособленность животных к разным факторам, требуют особого подхода к системам разведения свиней, в частности, к промышленному скрещиванию и гибридизации.

В России имеются объективные предпосылки для того, чтобы преодолеть кризис и приблизиться к европейским странам по уровню продуктивности свиней. Как отмечают авторы «...Это, в первую очередь, генотипы и породы, не уступающие лучшим зарубежным. Ориентиром должны служить показатели, доступные массовому производству: получение от матки 20-25 поросят в год, среднесуточный прирост молодняка на откорме 800-1000 г при затратах корма не более 3 корм. ед. на 1 кг прироста живой массы...» [8, 9, 10].

Согласно плану породного районирования более 20 пород и породных типов свиней привело к их размещению на территории страны и завозу пород свиней из-за рубежа, многие из которых представляют племенную ценность.

Цель исследования – провести оценку воспроизводительных качеств ремонтных и основных свиноматок в сравнительном аспекте для производства товарной продукции.

Материалы, методы и объекты исследований. Объектом исследования явились двухпородные ремонтные и основные свиноматки, полученные в результате скрещивания пород йоркшир и ландрас, по 10 гол. в каждой. Исследования были проведены в ООО «Агрофирма Ариант» на отделении, расположенном в пос. Михири Увельского района Челябинской области.

В результате проведенного исследования были оценены следующие воспроизводительные качества свиноматок:

- многоплодие – является итогом эмбрионального развития плодов;
- плодовитость – показатель пожизненного многоплодия маток;
- крупноплодность – масса гнезда и одного поросенка при рождении;
- молочность маток – определяли по массе всего гнезда в трехнедельном возрасте;
- сохранность поросят к отъему (%) – определяли количество поросят при отъеме от количества родившихся;
- прохолост свиноматок (%) – определяли по формуле:

$$\text{Пр} = (\text{кол-во осемененных свиноматок} - \text{кол-во супоросных}) * 100\%.$$

Материалы исследования были обработаны методом вариационной статистики с использованием программного обеспечения «Microsoft Office» на ПК и определением критерия достоверности по Стьюденту в трех уровнях вероятности.

Результаты исследований. Компания «Ариант» является крупнейшей сельскохозяйственной компанией в Уральском федеральном округе, которая является лидером по производству мясопродуктов. Уникальность компании заключается в том, что она имеет полный производственный цикл: от формирования собственного основного сырья до продажи готовой мясной продукции конечным потребителям. Деятельность компании основана на принципе замкнутого производственного цикла, который включает в себя собственные сегменты на всех этапах – от производства сырья до его переработки и сети фирменных магазинов. Это позволяет компании строго контролировать каждый этап производства – от месторождения до прилавка – и формировать независимую ценовую политику.

В мясной промышленности ООО «Агрофирма Ариант» занимает 1-ое место в России по производству скота и свинины. Фирма является единственным крупным производителем свинины в Челябинской области. Это высокомеханизированная компания, в которой воспроизводство, выращивание и откорм осуществляются на промышленной основе. Первыми были введены 2 промышленных комплекса (комплекс № 1 и комплекс № 2) и племенная ферма. Комплекс № 1 был создан и запущен 15 июня 1974 года по итальянской технологии «Джи и Джи». Комплекс № 2 был создан и запущен в октябре 1978 года с использованием российских технологий и моноблочной системы строительства.

Разовое содержание животных на промышленных площадках составляет 190-200 тысяч. Племенная ферма осуществляет свою деятельность для разведения ремонтных свиней для производственных комплексов № 1 и № 2 в количестве 10000 голов.

С такой огромной компанией, как ООО «Агрофирма Ариант», чьи области животноводства находятся далеко от центра, учет и передача технологической информации находятся на высоком уровне.

Основой технологии производства свинины является поток, при котором животные перемещаются из одного специализированного производственного объекта в другой в соответствии с процессами, происходящими во время размножения и откорма животных.

Учет ведется как в зоотехнических журналах и книгах (на участках, линиях), так и компьютерных программах, таких как: программа «1С: Селекция в животноводстве. Свиноводство» и программа «Гибрид», предназначенных для ведения зоотехнической работы на свиноводческих хозяйствах различной структуры и которая включает в себя следующие виды учета: количественно-весовой учет поголовья, учет репродуктивного цикла, племенной учет, учет кормов, ветеринарный учет.

Фирма имеет хорошие резервы для снижения затрат, поэтому в соответствии с зоотехническими стандартами для увеличения живой массы свиней на 1 ц расходуется 6,0-7,0 ц ЭКЕ, и фактическое потребление может быть доведено до потенциального уровня. На предприятии имеются резервы, чтобы снизить затраты на корма для животных, и экономное потребление энергии.

Свиноводческий комплекс ООО «Агрофирма Ариант» (поселок Михири закрытого типа первой категории) занимается откормом свиней. Общее поголовье составляет 42862 головы. Корпуса построены по типовому проекту, соответствующему требованиям нормативных документов.

Вместимость цеха воспроизводства участка № 802 отделения Михири – 2052 гол. основных, ремонтных свиноматок и молодняка. Ремонтные свинки, предназначенные для обновления стада основных свиноматок, отбираются с репродуктора пос. Каменка и поступают на свинокомплекс отделения Михири в возрасте 210 дней. Начиная с 240-дневного возраста ремонтных свинок осеменяют после выявления охоты. Всех проверяемых свиноматок осеменяют трижды, с интервалом в 12 часов, осеменение основных свиноматок – 2-разовое после выявления охоты с интервалом в 12 часов.

Кормление свиней осуществляют в соответствии с их кондицией, над каждым станком сверху расположен дозатор с регулируемой дозировкой. Кормушка в воде желоба общая, но разделена перегородками примерно через каждые 4 м². После того как автоматический шнек насыпает корма в дозатор, поднимается заслонка, и корм падает в кормушку. Поение автоматическое, используются современные групповые системы водоснабжения. Через 28 дней после осеменения проводится проверка супоросности с помощью прибора УЗИ «Агроскан». После подтверждения на супоросность животных переводят из зоны осеменения в зону ожидания, где супоросные свиноматки содержатся до перевода на участок опороса (за неделю до опороса). Многоплодие в среднем составляет 10-12 поросят на опорос, возрастая от первого опороса на 1–2 поросенка к последующим. В 24 дня поросят-сосунов перегоняют на отъем. После 28 дней маток переводят на начало цикла, а молодняк оставляют в тех же станках до 32 дней выращивания. Далее при массе 8-9 кг их переводят в цех доращивания.

Показатели воспроизводительных качеств двухпородных (йоркшир х ландрас) ремонтных и основных свиноматок отражены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели воспроизводительных качеств ремонтных и основных свиноматок

| Показатель | Группа свиноматок | | Средние показатели |
|---|-------------------|----------|--------------------|
| | ремонтные | основные | |
| Многоплодие, гол. | 12,1±0,8 | 14,5±0,4 | 11 и более |
| Крупноплодность, кг | 1,3±0,03 | 1,2±0,02 | 1,0-1,2 |
| Молочность, кг | 46,2±1,9 | 51,2±1,6 | 44-52 |
| Выход деловых поросят, гол. | 10,9±0,1 | 13,8±0,1 | - |
| Сохранность, % | 90,1 | 95,2 | 100 |
| Масса гнезда при отъеме, кг | 58,9±3,6 | 81,4±3,4 | 50-80 |
| Средняя масса одной головы при отъеме, кг | 5,4±0,2 | 5,9±0,2 | 17-18 |

Ремонтные и основные свиноматки имеют хорошие показатели воспроизводительных качеств, не выходящие за пределы норм. Многоплодие – это хозяйственный признак. В проведенных исследованиях породность животных не оказала влияние на показатели многоплодия. Наибольшие изменения установлены между группами в зависимости от возраста свиноматок. Обычно продуктивность свиноматок первого опороса меньше последующего, поэтому многоплодие основных свиноматок составила 14,5 головы. Однако при многоплодии в 12,1 гол. масса одного поросенка в гнезде составила 1,3 кг, что выше средних показателей на 0,1 кг. Основные свиноматки в наиболее продуктивном 3-м опоросе дали больший выход деловых поросят. Масса гнезда при отъеме составила 81,4 кг, что в пределах средних показателей. В обеих группах имеются случаи мертворожденных поросят, их количество варьирует 1,0-1,2 гол. По нашему мнению, основной причиной появления мертворожденных поросят является отсутствие моциона супоросных свиноматок.

Следует отметить, что существенным недостатком интенсивной технологии производства свинины на комплексе является падеж поросят-сосунов от 4,8 до 9,9%. Причем наибольший падеж был отмечен в группе ремонтных свинок – 1,2 гол., а наименьший – в группе основных (0,7 гол.). Уменьшить отход поросят от рождения до отъема возможно за счет обеспечения оптимальных условий кормления и содержания поросят-сосунов.

Результаты выращивания поросят от ремонтных и основных свиноматок до отъема представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели живой массы и ее среднесуточного прироста у поросят-сосунков от ремонтных и основных свиноматок, n=10

| Группа | Показатель | | |
|-----------|-----------------|---------------------|---------------------------|
| | живая масса, кг | | среднесуточный прирост, г |
| | при рождении | при отъеме в 24 дня | |
| Ремонтные | 1,3±0,03 | 5,4±0,4 | 170,8±8,7 |
| Основные | 1,2±0,03 | 5,9±0,5 | 195,8±10,0 |

Представленный материал свидетельствует о том, что поросята росли лучше от основных свиноматок и имели среднесуточный прирост живой массы 195,8 г. По технологии, принятой на комплексе, после отъема все поголовье поросят было переведено в помещения для доращивания и дальнейшего откорма.

Результаты выращивания и откорма молодняка представлены в таблице 3.

Таблица 3. Продуктивность молодняка от ремонтных и основных свиноматок при постановке и снятии с откорма, n=10

| Показатель | Группа | |
|---------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| | молодняк от ремонтных свиноматок | молодняк от основных свиноматок |
| Живая масса, кг: | | |
| при постановке на откорм | 59,7±1,2 | 60,1±1,2 |
| при снятии с откорма | 149,2±1,2 | 151,6±1,4 |
| Среднесуточный прирост, г | 745,8±18,3 | 768,9±10,3 |
| Продолжительность откорма, сут. | 120,0±0,6 | 119,0±0,5 |

Наиболее продолжительный период откорма имел молодняк первой группы – 120 дней, с меньшим среднесуточным приростом живой массы – 745,8 г по сравнению с представителями второй группы (119 дней и 768,9 г соответственно).

В результате проведенных исследований установлено, что поросята второй группы к моменту постановки на откорм имели живую массу 60,1 кг, что соответствует требованиям технологии, принятой на отделении Михири свиноводческого комплекса.

Экономическая эффективность использования свиноматок определяется не только количеством полученных от них в течение года поросят, но рядом и других показателей.

Экономическая оценка использования в производстве помесных двухпородных свиноматок представлена в таблице 4.

Таблица 4. Экономическая оценка использования в производстве помесных двухпородных свиноматок, n=10

| Показатель | Группа | |
|--|--|---|
| | ремонтные свиноматки (йоркшир х ландрас) | основные свиноматки (йоркшир х ландрас) |
| Продолжительность откорма, сут. | 120 | 119 |
| Среднесуточный прирост живой массы свиней, г | 745,8 | 768,9 |
| Валовой прирост живой массы свиней, ц | 8,95 | 9,15 |
| Живая масса при снятии с откорма, ц | 14,92 | 15,16 |
| Себестоимость 1 ц живой массы свиней, руб. | 17307 | 17307 |
| Реализационная цена 1 ц живой массы свиней, руб. | 19000 | 19000 |
| Стоимость валовой продукции (живой массы свиней), руб. | 283480 | 288040 |
| Полная себестоимость, руб. | 258220 | 262374 |
| Валовая прибыль, руб. | 25260 | 25666 |
| Полученная прибыль в расчете на 1 гол., руб. | 2526,0 | 2566,6 |

Необходимо отметить, что себестоимость и реализационная цена 1 ц живой массы свиней на период проведения исследования во всех группах были одинаковы, так как содержание и кормление основных и ремонтных свиноматок в группах было идентичным.

Наиболее продолжительный период откорма был у ремонтных свиноматок первой группы – 120 дней, при этом они имели наименьший среднесуточный прирост живой массы – 745,8 г. Следует отметить, что наиболее короткий период откорма и наибольший прирост живой массы имели животные во второй группе – 119 дней и 768,9 г соответственно.

При изучении воспроизводительных качеств ремонтных и основных свиноматок было установлено, что прибыль в расчете на одну свиноматку в 1-й группе составила 2526,0 рубля, а по 2-й группе – 2566,6 рубля.

Выводы. В промышленных условиях ООО «Агрофирма Ариант» для улучшения хозяйственно-полезных признаков животных использует специализированные породы зарубежной селекции – йоркширскую, ландрас и дюрок, хорошо приспособленные к местным условиям, применяя промышленное скрещивание. Этот прием позволяет использовать гетерозисный эффект по материнским качествам. Таким путем достигается улучшение откормочной и мясной продуктивности гибридного потомства.

На основании анализа по оценке воспроизводительных качеств ремонтных и основных свиноматок на свиноводческом комплексе отделения Михири установлено:

1. При выбраковке свиноматки затраты на ее замену ложатся на реализованных от этой свиноматки поросят. Наиболее продуктивными для гибридных свиноматок являются 3-6 опоросы.

2. Многоплодие у основных гибридных свиноматок составило 14,5 гол. На 3-м опоросе они дали больший выход деловых поросят – 13,8 гол. Масса гнезда при отъеме составила 81,4 кг, что в пределах средних показателей.

3. Ремонтные гибридные свиноматки тоже показали хорошие воспроизводительные качества: многоплодие – 12,1 гол., выход деловых поросят – 10,9 гол. (сохранность – 90,1%); масса гнезда при отъеме – 58,9 кг.

4. В группах были отмечены случаи мертворожденных поросят. Количество мертворожденных поросят варьирует в среднем 1,0-1,2 гол.

Падеж был отмечен в группе ремонтных свиноматок – 1,2 гол., а в группе основных – 0,7 гол.

5. Поросята обеих групп росли интенсивно и к отъему в 24 дня имели среднюю живую массу от 5,4 до 5,9 кг. Среднесуточный прирост живой массы за этот период составил выше 170 г.

6. Более продолжительный период откорма – 120 дней был определен у гибридного потомства от двухпородных ремонтных свиноматок первой группы, при среднесуточном приросте 745,8 г. Потомство от свиноматок 2-й группы при продолжительности откорма 119 дней к концу откорма показали среднюю живую массу 151,6 кг, при среднесуточном приросте живой массы – 768,9 г.

7. При расчете экономической эффективности использования в производстве помесных двухпородных свиноматок закономерно вытекает, что валовая прибыль и прибыль в расчете на одну свиноматку в 1-й группе составила 2526,0 руб., а во 2-й группе – 2566,6 руб.

Следовательно, данные проведенного исследования указывают на то, что при выращивании двухгибридных ремонтных и основных свиноматок для производства товарной продукции экономически выгодно для ООО «Агрофирма Ариант». Установленная на свинокомплексе интенсивная технология содержания гибридных ремонтных и основных свиноматок способствует сохранению их воспроизводительных качеств на уровне физиологических норм. Полученные результаты проведенных исследований имеют перспективы как в научном, так и в практическом отношении, подтверждают необходимость дальнейшего изучения продуктивных качеств гибридного молодняка.

Для получения максимального количества поросят необходимо поддерживать оптимальную возрастную структуру стада, особое внимание уделяя ремонтным свинкам. Большой научный и практический интерес представляет изучение целесообразности использования пород зарубежной селекции для промышленного скрещивания с целью получения большего явления гетерозиса и лучшего качества продукции.

Литература

1. Шарнин В.Н., Михайлов Н.В. Актуальные проблемы промышленного производства свинины // Свиноводство. – 2012. – №5. – С. 25-30.
2. Фомина Н.В., Вильвер Д.С., Вильвер А.С., Фомина А.А. Динамика показателей экстерьера свиней в зависимости от генотипа // Проблемы ветеринарной медицины, ветеринарно-санитарной экспертизы, биотехнологии и зоотехнии на современном этапе развития агропромышленного комплекса России: матер. Междунар. науч.-практ. конф. –Троицк, 2018. – С. 188-194.
3. Комлацкий Г.В. Управление индустриализацией современного свиноводства // Новые технологии. – 2011. – №4. – С. 164-167.
4. Гильман З.Д. Повышение продуктивности свиней. – Минск: Ураджай, 2012. – 238 с.
5. Грибков М., Самоделкин А., Шамина О., Кондратьева Н. Ситуация на мировом рынке мяса и мясопродуктов // Экономика сельского хозяйства России. – 2012. – №4. – С. 80-83.
6. Дунин И.М., Гарай В.В. Стратегия развития племенной базы свиноводства России на ближайшую перспективу // Свиноводство. – 2009. – №8. – С.4-7.
7. Сафронов С.Л., Локошова А.В. Сравнительная характеристика воспроизводительных качеств свиноматок разного происхождения в ООО «Агрохолдинг «Пулковский» // Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования: сб. науч. тр. – СПб.: СПбГАУ, 2014. – С. 223-226.
8. Кожевников В.М. Конкурентоспособность – форма выживания российского свиноводства // Свиноводство. – 2013. – №1. – С. 4-6.
9. Коряжнов Е.В. Разведение свиней в хозяйствах промышленного типа. – М.: Колос, 1987. – 361 с.
10. Шейко И.П., Смирнов В.С. Свиноводство. – Минск: Новое знание, 2005. – 384 с.

Literatura

1. Sharnin V.N., Mixajlov N.V. Aktual'ny'e problemy` promy`shlennogo proizvodstva svinyin` // Svinovodstvo. – 2012. – №5. – S. 25-30.
2. Fomina N.V., Vil'ver D.S., Vil'ver A.S., Fomina A.A. Dinamika pokazatelej e`kster'era svinej v zavisimosti ot genotipa // Problemy` veterinarnoj mediciny`, veterinarno-sanitarnoj e`kspertizy`, biotexnologii i zootexnii na sovremennom e`tape razvitiya agropromy`shlennogo kompleksa Rossii: mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. –Troiczsk, 2018. – S. 188-194.
3. Komlaczkiy G.V. Upravlenie industrializaciej sovremennogo svinovodstva // Novy`e tehnologii. – 2011. – №4. – S. 164-167.
4. Gil`man Z.D. Povy`shenie produktivnosti svinej. – Minsk: Uradzhaj, 2012. – 238 s.
5. Gribov M., Samodelkin A., Shamina O., Kondrat`eva N. Situaciya na mirovom ry`nke myasa i myasoproduktov // E`konomika sel`skogo hozyajstva Rossii. – 2012. – №4. – S. 80-83.
6. Dunin I.M., Garaj V.V. Strategiya razvitiya plemennoj bazy` svinovodstva Rossii na blizhajshuyu perspektivu // Svinovodstvo. – 2009. – №8. – S. 4-7.
7. Safronov S.L., Lokoshova A.V. Sravnitel'naya xarakteristika vosproizvoditel`ny`x kachestv svinomatok raznogo proisxozhdeniya v ООО «Agroxolding «Pulkovskij» // Nauchnoe obespechenie razvitiya APK v usloviyax reformirovaniya: sb. nauch. tr. – SPb.: SPbGAU, 2014. – S. 223-226.
8. Kozhevnikov V.M. Konkurentosposobnost` – forma vy`zhivaniya rossijskogo svinovodstva // Svinovodstvo. – 2013. – №1. – S. 4-6.
10. Koryazhnov E.V. Razvedenie svinej v hozyajstvax promy`shlennogo tipa. – M.: Kolos, 1987. – 361 s.
11. Shejko I.P., Smirnov V.S. Svinovodstvo. – Minsk.: Novoe znanie, 2005. – 384 s.

УДК 636.52/58:591.089.843

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13100

Доктор биол. наук, доцент **Л.В. КОЗИКОВА**
(ВНИИГРЖ, филиал ВИЖа им. Л.К. Эрнста, larkozik@list.ru)
Мл. науч. сотрудник **Е.А. ПОЛТЕВА**
(ВНИИГРЖ, филиал ВИЖа им. Л.К. Эрнста, ketlin.liselse@yandex.ru)
Канд. биол. наук **Е.В. НИКИТКИНА**
(ВНИИГРЖ, филиал ВИЖа им. Л.К. Эрнста, nikitkinae@mail.ru)

СОХРАНЕНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ ИСХОДНЫХ ПОРОД И ПОПУЛЯЦИЙ КУР

В сельском хозяйстве наиболее экономически значимой отраслью является птицеводство, что обусловлено получением продукции в короткие сроки за счет скороспелости. Птицы необходимы как поставщики мяса и яиц, а также они служат важным инструментом и модельным объектом для исследования генома и воспроизводства. Известно, что впервые геном птиц был изучен в 2004 г. у птицы из красных джунглей, так как она является предком домашней курицы [1]. Как правило, среди сотен различных пород различают две основные коммерческие группы: бройлеры (мясного типа) и несушки (яйцевого типа), которые отбирались на протяжении веков. За счет интенсивного генетического отбора птицы, соответственно, имеют и разные фенотипы. Для бройлеров характерен интенсивный рост с хорошо развитой мышечной системой, для кур-несушек важны репродуктивные качества с производством большого количества яиц.

В настоящее время актуальным становится создание новых селекционных форм высокопродуктивных птиц, что требует сохранения большого разнообразия исходных пород и популяций. В современном мире наблюдается снижение общего породного разнообразия сельскохозяйственных животных, включая птиц, что может негативно сказаться на создании новых пород и кроссов для получения высококачественных экологически чистых продуктов питания. Одним из возможных вариантов для решения этих проблем является сохранение репродуктивных клеток методом криоконсервации. У птиц для сохранения генофонда, как правило, применяют криоконсервацию семени, при этом создаются банки семени птиц во многих странах мира [2]. Обычно в коммерческих программах скрещивания для осеменения применяется свежее семя. При создании криобанков птиц и других видов животных широко используется искусственное осеменение. Заморозка семени у птиц разных пород и линий имеет значительные различия. Под руководством ФАО более 28 стран принимают участие в программах по криоконсервации семени. Генетический материал может сохраняться в виде спермы, ДНК или кусочков ткани, причем финансирование этих программ может иметь поддержку как от государства, так и от частных предпринимателей. В разных странах Европы и Америки научные институты и университеты сохраняют редкие виды и современной селекции птиц [3]. Так, в Соединенных Штатах Америки более чем у 55 линий кур от 451 петуха находится генетический материал в криобанках [4], в центре генетических ресурсов Нидерландов криоконсервировано семя от 21 аборегенной породы [5], а во французском национальном банке хранится семя от 21 аборегенных пород петухов, пекинских уток и гусей [6]. Ограничениями применения замороженной спермы служит тот факт, что теряется генетическая информация, заложенная в митохондриях самок и W-хромосоме.

В последнее время стали появляться оригинальные методы замораживания бластомеральных клеток кур, что вызвано возможностью отдельных стволовых клеток дать начало всем видам клеток, в том числе и половым. Актуально также использовать эмбриональные клетки редких и нужных для потребления видов сельскохозяйственных птиц с целью их сохранения в криобанках и создания химерных организмов, позволяющих оценить качество заморожено-оттаянных клеточных популяций.

Цель исследования состояла в анализе накопленного научного потенциала по проблемам сохранения разнообразных пород и популяций птиц методами криоконсервации

эмбриональных предшественников половых клеток и замораживания бластодермальных клеток двух пород кур.

Материалы, методы и объекты исследований. Во ВНИИГРЖ имеется база ЦКБ БК «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур», содержащая 40 пород и популяций. В альбоме «Породы и популяции кур, разводимые в генофондном хозяйстве ГНУ ВНИИГРЖ Россельхозакадемии» [7], изданном в нашем институте, приводятся четыре типа пород и популяций: 1. Породы и популяции кур мясо-яичного типа. 2. Породы и популяции кур яичного типа. 3. Породы и популяции кур декоративного типа. 4. Породы и популяции кур, созданные во ФГУП генофонд. Следует отметить, что в каждой группе птиц даны сведения о происхождении, цели разведения, общем виде, продуктивных качествах, маркерных генах, экстерьерных признаках петухов и курочек, окраске оперения и недостатках породы. К первой группе относятся 18 пород и популяций: амрос, австралорп черный, голошейная, загорская лососевая, купчинская юбилейная, московская бойцовая, нью-гемпшир, орловская ситцевая, панциревская черная, первомайская, плимутрок полосатый, полтавская глинистая, род-айленд красный, суссекс светлый, узбекская бойцовая, ушанка, фавероль, юрловская голосистая. К породам яичного типа относятся следующие: итальянская куропатчатая, кампин, русская белая, чешская золотистая. К третьему типу пород и популяций кур декоративного типа относятся: бентамка ситцевая, брама светлая, брама палева, гамбургская серебристо-пятнистая, голландская белохохлая, кохинхин черный, кохинхин голубой, кохинхин карликовый белый, кохинхин карликовый черный, кохинхин карликовый черно-пестрый, курчавая, русская хохлатая, султанка, шелковистая белая. Четвертую группу составляют популяции и породы, селекция которой проходила во ВНИИГРЖ. Пушкинская порода была создана в 1975–2007 гг. путем поглотительного скрещивания кур австралорп черно-пестрый с петухами леггорн и вводного скрещивания с московскими белыми и цветными петухами 4-х линейных гибридов кросса Бройлер-6. Австралорп черно-пестрый – популяция создана во второй половине XX в. при разведении в себе австралорпов черных, которым вводили кровь плимутроков полосатых. Аврора создана во ВНИИГРЖ путем отбора австралорпов черно-пестрых на высокий уровень функциональных резервов надпочечников в ответ на введение АКТГ (адренкортикотропный гормон), что привело к изменению окраски оперения. Царкосельская создана путем скрещивания полтавских глинистых кур с нью-гемпширами и с палево-полосатыми 4-линейными петухами кросса «Бройлер-6» с целью создания мясо-яичной популяции. Ленинградская ситцевая создана на основе сложного скрещивания нью-гемпшир, полтавских глинистых и австралорпа черно-пестрого для сохранения декоративной стрессоустойчивой популяции с комплексом генов ситцевой окраски оперения. Павловская золотистая, павловская серебристая и павловская белая – старинная русская декоративная порода. Порода практически исчезла. В 80-х годах прошлого столетия во ВНИИГРЖ начата работа по восстановлению комплекса генов, присущих павловской породе.

У птиц для криоконсервации чаще всего используют бластодермальные плюрипотентные клетки или первично-половые клетки. Известно несколько методов получения эмбриональных клеток, которые применимы не только для криоконсервации, но и для создания химерных или трансгенных организмов [8]. В наших исследованиях объектом исследования были эмбрионы кур двух пород: русская белая и курчавая. Русская белая порода с белой окраской оперения отселекционирована на устойчивость к неоплазмическим заболеваниям и адаптирована к пониженным температурам [7]. Создана на основе скрещивания белых леггорнов с местными беспородными курицами и последующим разведением в себе. Достоинством этой породы следует считать то, что взрослых птиц и молодняк можно содержать в птичниках без подогрева. Яйценоскость за 68 недель жизни составляет 200-270 яиц. Пигментация скорлупы белая. Живая масса петухов – 2,4–3,0 кг, кур – 1,9–2,3 кг. Маркерный ген рецессивный, белой окраски (c-colour). Курчавая порода относится к декоративному типу с оригинальным строением перьев, придающим птице кучерявый вид оперения, который скрывает голени [7]. Отличие фенотипа этой породы

заключается в том, что перья гривы, спины и остальные кроющие перья приподняты и загнуты в сторону головы. Согласно данным, представленным в альбоме [7], яйценоскость за 52–56 недель составляет 125–150 яиц. Пигментация скорлупы – от белого до желто-коричневого цвета. Птица имеет маркерный ген курчавости (F-Frizing). Окраска оперения черно-ястребиная. Живая масса петухов – 3,0–3,5 кг, кур – 2,0–2,5 кг.

Птицы находились в экспериментальном хозяйстве ВНИИГРЖ, были обеспечены стандартными рационами. Кур осеменяли еженедельно, чтобы обеспечить получение оплодотворенных яиц. Уход за птицами соответствовал стандартам по уходу за животными. Схема исследований показана на рисунке.

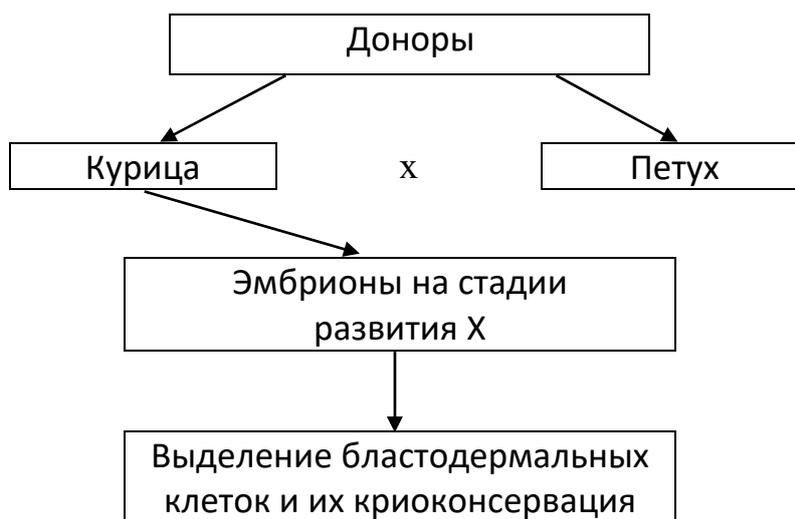


Рисунок. Схема исследований птиц

Бластодермальные клетки из бластодисков у свежеснесенных яиц (предварительно оплодотворенных) были выделены на стадии X (по Хамильтону). Клетки отмывали от желтка, измельчали, ресуспендировали и для замораживания помещали в культуральную среду ДМЕМ (модифицированная среда Дюльбеко) (Sigma-Aldrich) с Neres и добавлением 10% раствора фетальной сыворотки коров, раствора гентамицина и 10% ДМСО (диметилсульфоксид). Бластодермальные клетки помещали в пайетты объемом 0,25 мл и охлаждали до +4 градусов со скоростью 0,3 градуса в минуту. Замораживание осуществляли при -110 градусах, затем переносили в жидкий азот.

Результаты исследований. Криоконсервация является важным инструментом для сохранения пород животных и генетического разнообразия в них. В начале XX в. на микроорганизмах, беспозвоночных, коловратках были проведены первые работы по замораживанию организмов [9]. По мере развития криобиологии было показано, что после замораживания при оттаивании возникают аномалии, которые при недостаточном процессе репарации ДНК ведут к гибели клеток и организмов [10]. Именно поэтому важную роль играет разработка методов замораживания, таких как дефростации, режимы замораживания, состав криозащитных сред.

Ранее была доказана тотипотентность эмбриональных клеток, что указывает на их возможность быть предшественниками половых клеток [11]. У кур на стадии X стволовые эмбриональные клетки сосредоточены в центральной части бластодермы. Прослежена лишь судьба гена VASA от начала дробления до формирования половых клеток [12]. Первичная дифференциация первично-половых клеток происходит в фазе миграции к месту локализации гонад на третьи сутки развития. Необходимо отметить, что первично-половые клетки генетических самцов могут трансформироваться в половые клетки самок, и наоборот, что было доказано экспериментально [13]. Это важно, так как отпадает необходимость определения пола при получении химер. Первично-половые клетки впервые были выделены в 2000 г. из гонад кур

в возрасте 5,5 суток [14]. Позднее авторы усовершенствовали этот метод. В 2004 г. Комитетом Европейского Регионального Центра (Steering Committee of the European Regional Focal Point (ERFP) по генетическим ресурсам сельскохозяйственных животных отмечено, что еще не созданы надежные методы по сохранению женских генетических ресурсов у куриц, поэтому необходимы дальнейшие исследования. Тем не менее во многих странах Европы и США созданы и продолжают функционировать криобанки сельскохозяйственных животных и птиц [15]. Как показывают эксперименты некоторых авторов, количество погибших бластодермальных клеток при заморозке очень велико, как при медленном замораживании, так и при мгновенном помещении клеток в жидкий азот. Процентное содержание некротических клеток после размораживания (84%) превышало таковое в контроле (8%) практически в десять раз. При ультраструктурном анализе было выяснено, что бластодермальные клетки содержат липидные гранулы, которые препятствуют замораживанию [16].

Впервые эксперименты с заморожено-оттаянными бластодермальными клетками проводили в 90-х годах XX в. Действовали по следующему протоколу. В среду DMEM с 20% содержанием эмбриональной телячьей сыворотки добавляли дополнительно 10% ДМСО. Клетки помещали в температуру -7°C , охлаждали до -35°C со скоростью 1°C в минуту, после чего погружали в жидкий азот. Оттаивали в воде при температуре 37°C в течение 3 минут. Затем центрифугировали, заменяли среду с ДМСО на среду с DMEM и удаляли мертвые клетки. После чего клетки переносились в эмбрионы-реципиенты. Реципиенты предварительно были облучены для угнетения собственных клеток. Результаты показали, что использование клеток, подвергшихся процедуре криозаморозки, менее эффективно, чем использование свежих клеток, однако даже в таком случае до 11,6% полученных птиц передавали потомству признаки породы-донора – до 6,8% потомков. Это означает, что произошло успешное встраивание донорского материала в половую систему, доказывает возможность использования заморожено-оттаянных клеток для создания продуктивных химер кур [17].

В наших исследованиях получено 8 соломинок по 0,25 мл с бластодермальными клетками от куриц двух пород: русская белая и курчавая. Выживаемость и полноценность донорского материала будет проверена после создания химер птиц этих пород.

Эмбриогенез птиц значительно отличается от млекопитающих из-за наличия большого количества желтка, что требует особого подхода при создании химер. Химерные организмы реализуются только за счет внедрения генетически различающихся клеток, то есть клеток, трансплантированных от других особей. Следует отметить, что для создания химер птиц и трансгенных особей необходима трансплантация предшественников половых клеток в оплодотворенные яйцеклетки. Как правило, будут получены мозаичные организмы, и только после спаривания между собой птиц и создания потомства F1 и F2 возможно произвести полностью химерные организмы. Известны несколько типов эмбриональных клеток птиц, которые применяют для создания химер: бластодермальные, эмбрионально-стволовые и первично-половые. К сожалению, выход химер очень небольшой, что связано с большим количеством причин. Прежде всего, трансплантируется небольшое количество клеток. Клетки имеют сложный состав. Их необходимо очищать в градиенте плотности разных веществ. Надо искать разные экспериментальные подходы, чтобы уменьшить количество клеток реципиентных эмбрионов. Некоторые исследователи получают межвидовые химеры методом трансплантации зародышевой линии путем замены эмбриона хозяина на донорский эмбрион при сохранении некоторых тканей хозяина [18].

Интересные исследования были проведены специалистами Кембриджского университета, Эдинбургского университета и Ветеринарного лабораторного центра Министерства окружающей среды, пищевых продуктов сельского хозяйства Великобритании [19]. Ученые получили генетически модифицированных кур через стадию возникновения химерных организмов, почти не восприимчивых к вирусу птичьего гриппа H5N1 за счет того, что был создан участок РНК, способный связываться с полимеразой вируса птичьего гриппа и препятствовать размножению вирусного генома. Ген, кодирующий такую РНК, внедрили в

клетки зародышей птиц. Эти птицы продемонстрировали высокую устойчивость к заражению вирусом гриппа от соседей по клетке, а если и происходило заражение, то не передавали вирус дальше. Экономически целесообразно получение таких уникальных особей, так как уменьшается ущерб от заболеваний и риск заражения людей, контактирующих с больной птицей. Этим конкретные птицы предназначены пока только для исследовательских целей. Ученые планируют испытывать несколько подходов подавления вируса гриппа в клетках и свести к минимуму возможность инфицированного поголовья. Может быть, что через несколько лет в сельском хозяйстве появятся генетически модифицированные образцы, устойчивые к такой смертельной болезни, как птичий грипп. Для сохранения уникальных животных необходим метод криоконсервации как семени, так и эмбриональных предшественников половых клеток.

Выводы. Метод криоконсервации эмбриональных плюрипотентных клеток кур является уникальным методом сохранения редких и исчезающих видов птиц, позволяет дублировать ценные образцы мировых коллекций. У птиц проверить жизнеспособность замороженных эмбриональных клеток возможно только после трансплантации размороженных донорских клеток в зародышевую линию реципиентного эмбриона с получением химерного организма. В наших исследованиях выделены бластодермальные клетки птиц двух контрастных пород: русская белая и курчавая. Порода русская белая адаптирована к низким температурам, что позволяет содержать ее в птичниках без подогрева. Птицы курчавой породы имеют декоративный фенотип с оригинальным строением перьев, придающим птице кучерявый вид оперения, который скрывает голени. Бластодермальные клетки, выделенные из бластодисков свежеснесенных яиц вышеперечисленных пород, были подвергнуты процессу криоконсервации с целью сохранения предшественников половых клеток куриц и дальнейшего получения химер. Таким образом, для сохранения разнообразия современных и уникальных пород и линий птиц большое значение приобретают методы криоконсервации семени и эмбриональных плюрипотентных клеток.

**Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-016-00017.*

Литература

1. **Clarissa Boschiero, Gabriel Costa Monteiro Moreira, Almas Ara Gheyas, Thaís Fernanda Godoy, Gustavo Gasparin, Pilar Drummond Sampaio Corrêa Mariani, Marcela Paduan, Aline Silva Mello Cesar, Mônica Corrêa Ledur, and Luiz Lehmann Coutinho.** Sequence and comparative analysis of the chicken genome provide unique perspectives on vertebrate evolution // *Nature*, 2004. – V. 432. –P. 695-716.
2. **Salehi M., Mahdavi A.H., Sharafi M., Shahverdi A.** Cryopreservation of rooster semen: Evidence for the epigenetic modifications of thawed sperm // *Theriogenology*. – 2020. – V.142.-P. 15-25. DOI:10.1016/j.theriogenology.2019.09.030.
3. **FAO.** The State of the World, s Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. / ed. B.Rischkowsky and D.Pilling. – 2007. – P. 511.
4. **Blackburn H.D.** The National animal germplasm program: challenges and opportunities for poultry genetic resources // *Poultry Science*. – 2006. –V. 85. – P.210-215.
5. **Woelders H., Zuidberg C., Hiermstra N.** Animal genetic resources conservation in the Netherlands and Europe: Poultry Perspective // *Poultry Science*. –2006. – V. 85. – P. 216-222.
6. **Blesbois E., Seigneurin F., Grasseau I., et al.** Semen Cryopreservation for Ex Situ Management of Genetic diversity in chicken: Creation of The French Avian Cryobank // *Poultry Science*. –2007. – V. 86. – P.555-564.
7. **Паранян И.А., Племяшов К.В., Сегал Е.Л. и др.** Породы и популяции кур, разводимые в генофондном хозяйстве ГНУ ВНИИГРЖ Россельхозакадемии. – 2014. – 90 с.
8. **Козикова Л.В.** Химеры птиц: методы получения и перспективы использования. // *Птицеводство*. – 2019 – №9-10. – С.9-13.

9. **Хименков А. Н., Брушков А.В.** Введение в структурную криологию. –М.: Наука, 2006. – С. 406.
10. **Kino K., Pain B., Leibo S.P., Cochran M., Clark M.E., Etches R.J.** Production of chicken chimeras from injection of frozen-thawed blastodermal cells // *Poultry Science*. – 1997. – V. 7. – P. 753-760.
11. **Matsui Y., Zsebo K., Hogan B.L.** Derivation of pluripotential embryonic stem cells from murine primordial germ cells in culture // *Cell*. – 1992. – V.70 – P.841-847.
12. **Tsunekawa N, et.al.** Isolation of chicken vasa homolog gene and tracing the origin of primordial germ cells // *Development*. – 2000. – V. 127. – P.2741-2750.
13. **Kagami H., Clark M.E., Verrinder Gibbins A.M. & Etches R.J.** Sexual differentiation of chimeric chickens containing ZZ and ZW cells in the germline. – *Molecular Reproduction and Development*. – 1995. – V.42. – P.379-387.
14. **Park T. S and Han J.Y.** Derivation and characterization of pluripotent embryonic germ cells in chicken // *Molecular Reproduction and Development*. – 2000. – V. 56. – P.475-482.
15. **Fulton J.E.** Avian genetic stock preservation: an industry perspective // *Poultry Science*. – 2006. – Vol.85. – P.227-231).
16. **Svoradová A., Kuželová L., Vašíček J., Olexíková L., Chrenek P.** Cryopreservation of chicken blastodermal cells and their quality assessment by flow cytometry and transmission electron microscopy // *Biotechnol Prog.* – 2018. – V.34(3). – P.778-783. DOI:10.1002/btpr.2615
17. **Kino K., Pain B., Leibo S.P., Cochran M., Clark M.E., Etches R.J.** Production of chicken chimeras from injection of frozen-thawed blastodermal cells // *Poult Sci.* – 1997. – V.76(5). – P.753-760. DOI:10.1093/ps/76.5.753.
18. **Hee Jung Choi, Hyung Chul Lee, Kyung Soo Kang, Hyo Gun Lee, Tamao Ono, Hiroki Nagai, Guojun Sheng, and Jae Yong Han.** Production of Interspecific Germline Chimeras via Embryo Replacement // *BIOLOGY OF REPRODUCTION*. – 2015. – V.93. – No2. – P.1-7. DOI 10.1095/biolreprod.114.127365.
19. **Jon Lyall, Richard M. Irvine, Adrian Sherman, Trevelyan J. McKinley, Alejandro Núñez, Auriol Purdie, Linzy Outtrim, Ian H. Brown, Genevieve Rolleston-Smith, Helen Sang and Laurence Tiley.** «Suppression of Avian Influenza Transmission in Genetically Modified Chickens» // *Science*. – 2011. – Vol.331. – №601. – P.223-226. DOI: 10.1126/science.1198020.

Literatura

1. **Clarissa Boschiero, Gabriel Costa Monteiro Moreira, Almas Ara Gheyas, Thaís Fernanda Godoy, Gustavo Gasparin, Pilar Drummond Sampaio Corrêa Mariani, Marcela Paduan, Aline Silva Mello Cesar, Mônica Corrêa Ledur, and Luiz Lehmann Coutinho.** Sequence and comparative analysis of the chicken genome provide unique perspectives on vertebrate evolution // *Nature*, 2004. – V. 432. –P. 695-716.
2. **Salehi M., Mahdavi A.H., Sharafi M., Shahverdi A.** Cryopreservation of rooster semen: Evidence for the epigenetic modifications of thawed sperm // *Theriogenology*. – 2020. – V.142.-P. 15-25. DOI:10.1016/j.theriogenology.2019.09.030.
3. **FAO.** The State of the World, s Animal Genetic Resources for Food and Agriculture. / ed. B.Rischkowsky and D.Pilling. – 2007. – P. 511.
4. **Blackburn H.D.** The National animal germplasm program: challenges and opportunities for poultry genetic resources // *Poultry Science*. – 2006. –V. 85. – P.210-215.
5. **Woelders H., Zuidberg C., Hiermstra N.** Animal genetic resources conservation in the Netherlands and Europe: Poultry Perspective // *Poultry Science*. –2006. – V. 85. – P. 216-222.
6. **Blesbois E., Seigneurin F., Grasseau I., et al.** Semen Cryopreservation for Ex Situ Management of Genetic diversity in chicken: Creation of The French Avian Cryobank // *Poultry Science*. –2007. – V. 86. – P.555-564.
7. **Paranyan I.A., Plemyashov K.V., Segal E.L. i dr.** Porody i populyacii kur, razvodimye v genofondnom hozyajstve GNU VNIIGRZH Rossel'hozakademii. – 2014. – 90 s.
8. **Kozikova L.V.** Himery ptic: metody polucheniya i perspektivy ispol'zovaniya. // *Pticevodstvo*. – 2019 – №9-10. – S.9-13.
9. **Himenkov A. N., Brushkov A.V.** Vvedenie v strukturnuyu kriologiyu. –М.: Nauka, 2006. – S. 406.

10. **Kino K., Pain B., Leibo S.P., Cochran M., Clark M.E., Etches R.J.** Production of chicken chimeras from injection of frozen-thawed blastodermal cells // Poultry Science. – 1997. – V. 7. – P. 753-760.
11. **Matsui Y., Zsebo K., Hogan B.L.** Derivation of pluripotential embryonic stem cells from murine primordial germ cells in culture // Cell. – 1992. – V.70 – P.841-847.
12. **Tsunekawa N, et.al.** Isolation of chicken vasa homolog gene and tracing the origin of primordial germ cells // Development. – 2000. – V. 127. – R.2741-2750.
13. **Kagami H., Clark M.E., Verrinder Gibbins A.M. & Etches R.J.** Sexual differentiation of chimeric chickens containing ZZ and ZW cells in the germline. – Molecular Reproduction and Development. – 1995. – V.42. – R.379-387.
14. **Park T. S and Han J.Y.** Derivation and characterization of pluripotent embryonic germ cells in chicken // Molecular Reproduction and Development. – 2000. – V. 56. – R.475-482.
15. **Fulton J.E.** Avian genetic stock preservation: an industry perspective // Poultry Science. – 2006. – Vol.85. – P.227-231).
16. **Svoradová A., Kuželová L., Vašíček J., Olexíková L., Chrenek P.** Cryopreservation of chicken blastodermal cells and their quality assessment by flow cytometry and transmission electron microscopy // Biotechnol Prog. – 2018. – V.34(3). – P.778-783. DOI:10.1002/btpr.2615
17. **Kino K., Pain B., Leibo S.P., Cochran M., Clark M.E., Etches R.J.** Production of chicken chimeras from injection of frozen-thawed blastodermal cells // Poult Sci. – 1997. – V.76(5). – P.753-760. DOI:10.1093/ps/76.5.753.
18. **Hee Jung Choi, Hyung Chul Lee, Kyung Soo Kang, Hyo Gun Lee, Tamao Ono, Hiroki Nagai, Guojun Sheng, and Jae Yong Han.** Production of Interspecific Germline Chimeras via Embryo Replacement // BIOLOGY OF REPRODUCTION. – 2015. – V.93. – No2. – P.1-7. DOI 10.1095/biolreprod.114.127365.
19. **Jon Lyall, Richard M. Irvine, Adrian Sherman, Trevelyan J. McKinley, Alejandro Núñez, Auriol Purdie, Linzy Outtrim, Ian H. Brown, Genevieve Rolleston-Smith, Helen Sang and Laurence Tiley.** «Suppression of Avian Influenza Transmission in Genetically Modified Chickens» // Science. – 2011. – Vol.331. – №601. – P.223-226. DOI: 10.1126/science.1198020.

УДК 636.4.087.8:615

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13106

Мл. науч. сотрудник **Ю.Л. СИЛЮКОВА**
(ВНИИГРЖ – филиал ВИЖ им. Л. К. Эрнста), svadim33@mail.ru)

КРИТЕРИИ ОТБОРА ПЕТУХОВ ДЕКОРАТИВНЫХ ПОРОД ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАХОВЫХ РЕЗЕРВОВ КРИБАНКА

Угроза снижения биологического разнообразия и исчезновения огромного числа пород сельскохозяйственных животных обязывает разрабатывать решения для их сохранения [1, 2]. Наиболее подвержены сокращению численности декоративные породы и популяции сельскохозяйственных птиц, созданные селекционерами прошлого как украшение приусадебного хозяйства. В настоящее время сохранение этих пород в России зависит только от возможностей частных коллекций и генетических коллекций ВНИИГРЖ и ВНИТИП.

Для сохранения пород и популяций сельскохозяйственных птиц, входящих в перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения, во многих странах создаются генетические криобанки с образцами репродуктивных клеток и образцами тканей животных [3]. Именно они, как страховой фонд многообразия пород, позволят содействовать в будущем развитию селекционного прогресса сельскохозяйственных видов и получению животных с более высокой продуктивностью. Биоматериалы, заложенные в криобанках, могут быть использованы и в целях развития таких биотехнологических сфер, как генетическая и клеточная инженерия [4, 5].

В представляемом материале отражены основные принципы отбора самцов петухов, пород, наименее востребованных в настоящее время в отрасли разведения

сельскохозяйственных птиц, – это декоративные и карликовые породы кур. Эти породы, конечно, были созданы птицеводами-эстетами. Они служили украшением подворья, но сегодняшняя их ценность заключается в закреплении и сохранении аллельного разнообразия, несущего не только эстетическое восприятие породы, но и устойчивость к различным заболеваниям, неприхотливость к содержанию и ограниченности качества корма.

Цель исследования – определить критерий отбора петухов декоративных генофондных пород кур для пополнения страхового резерва криобанка репродуктивных клеток.

Материалы, методы и объекты исследований. В эксперименте были отобраны и оценены петухи 4 генофондных пород в возрасте 50–52 недели жизни: китайская шелковая, голландская белохохлая, гамбургская серебристо-пятнистая, кохинхин карликовый черный.

После завершения племенного сезона оцененные петухи были переведены в индивидуальные клетки для снижения половой нагрузки, для последующего использования в целях получения эякулятов для криоконсервации и пополнения криобанка на базе БРК «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур».

Оценено 30 голов, качество спермы каждого петуха определено в трех повторностях. Сперму получали методом абдоминального массажа (V&Q, 1937) [6]. Режим использования петухов по забору спермы соответствовал рекомендациям, разработанным во ВНИИГРЖ [7], с интервалом 2–3 дня. Состав рационов и режим освещения соответствовали требованиям по содержанию родительского поголовья, принятым в БРК ВНИИГРЖ «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур». Критериями оценки петухов служили экстерьерное соответствие породным стандартам, общее репродуктивное здоровье по реакции на абдоминальный массаж. Нативное семя оценивалось по параметрам: объем (мл, градуированная пипетка), концентрация сперматозоидов (млрд/см³, Accuread Photometer, IMV Technologies, UK), общая подвижность сперматозоидов (%), микроскоп техника-осеменатора Микромед-2, увеличение x150), процент агглютинации сперматозоидов. Критерием оценки заморожено/оттаянного семени была общая подвижность и процент агглютинации сперматозоидов. Полученное семя разводили в концентрации 1:1 средой ЛКС (авторское свидетельство № 1130339, 1984) [8], в качестве криопротектора использовали диметилацетамид в конечной концентрации 6%. Замораживали путем накапывания семени на поверхность жидкого азота стеклянной пипеткой Пастера (авторское свидетельство № 1515443, 1989) [9]. Замораживание осуществляли в трех повторностях, всего оценено и заморожено 90 образцов эякулятов.

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета программы Microsoft Excel.10 [10].

Результаты исследований. Оценка петухов генофондных пород проводится в соответствии со стандартами разводимой породы. Каждая особь в малочисленных генофондных стадах, допускаемая к племенному сезону, должна быть оценена и по экстерьерным показателям, и по репродуктивным качествам. Экстерьерная оценка проведена в начале полового созревания, в возрасте 12–14 недель при формировании племенного стада. Оценка репродуктивного потенциала по каждой особи проведена индивидуально, в возрасте 50–56 недель, по качеству нативного семени. В представленном материале проведена оценка нативного семени петухов по показателям объема эякулята, концентрации и общей подвижности сперматозоидов (таблица). Уровень агглютинации сперматозоидов в оцененных эякулятах составлял не более 10%.

Межпородная изменчивость по оценке качественных средних показателей объема семени, измеряемая коэффициентом (*CV*), составила 29,95%, по средней общей подвижности нативного семени (*CV*) 7,19%. Оценка результатов проверки качества спермопродукции позволяет выявить петухов с низкой концентрацией сперматозоидов и их недостаточной активностью. Поскольку в малочисленных и находящихся под угрозой исчезновения породах каждая особь становится объектом особого внимания, то петухов с низкими репродуктивными качествами можно выявить и провести корректировку условий содержания и сбалансировать

рацион для восстановления репродуктивного здоровья. Создание оптимальных условий и скармливание биостимуляторов позволяют повысить объем эякулята и концентрацию сперматозоидов в эякуляте (Жирков, 2007).

Таблица. Качество нативного семени петухов генофондных пород перед началом племенного сезона в возрасте 50-56 недель

| Порода, n (♂) | Объем эякулята | | Общая подвижность сперматозоидов | | Концентрация сперматозоидов | |
|--|----------------|-------|----------------------------------|-------|-----------------------------|-------|
| | мл | CV, % | % | CV, % | млрд./см ³ | CV, % |
| Китайская шелковая, 10 гол. | 0,53±0,22 | 42,35 | 77,20±1,23 | 15,93 | 2,80±0,39 | 13,94 |
| Голландская белохохлая, 8 гол. | 0,56±0,17 | 29,99 | 89,50±0,54 | 5,98 | 3,18±0,22 | 6,99 |
| Кохинхин карликовый черный, 5 гол. | 0,35±0,18 | 52,07 | 77,30±0,34 | 4,14 | 2,73±0,53 | 19,23 |
| Гамбургская серебристо-пятнистая, 7 гол. | 0,33±0,12 | 36,33 | 83,60±1,08 | 12,86 | 2,85±0,34 | 11,85 |

На рисунке 1 продемонстрированы изменения объема эякулятов у петухов породы карликовый кохинхин с высокими индивидуальными различиями. К третьей оценке все петухи стабилизировали свои показатели, и средний объем эякулята составил 0,37 мл. Все оцененные особи успешно адаптировались к смене условий содержания и применению абдоминального массажа к 21-му дню после изменения условий содержания. Полученные данные говорят о стабильности работы репродуктивной системы и уровне ее нагрузки.

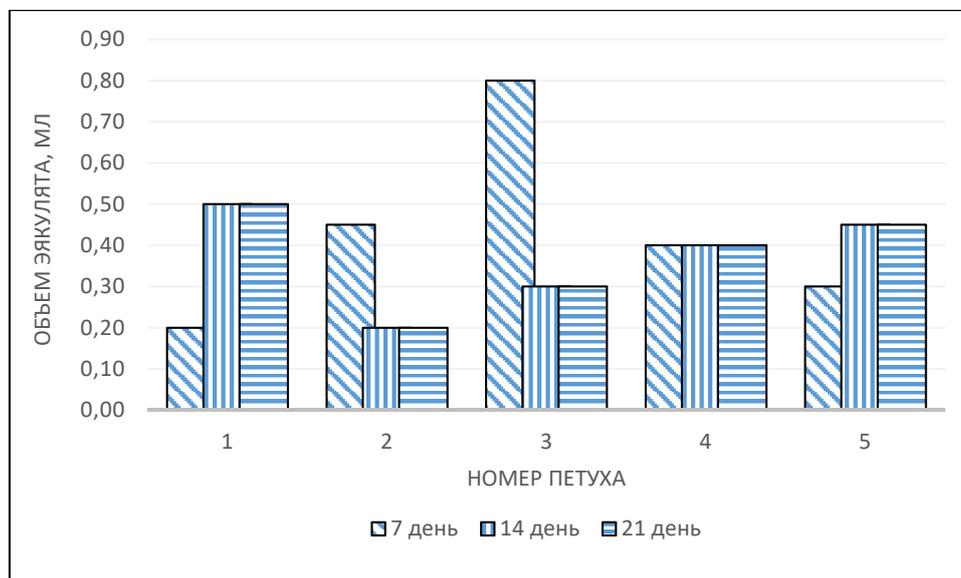


Рис. 1. Динамика изменения показателя объема эякулята у петухов породы кохинхин карликовый черный (n=5) в зависимости от срока изменения условий содержания

Представленный график (рис. 2) отражает влияние качества нативного семени на уровень общей подвижности сперматозоидов после замораживания/оттаивания. Поэтому необходимо контролировать качество спермопродукции петухов на протяжении всего цикла их использования. При этом показатель изменчивости качества заморожено/оттаянного семени в породе голландская белохохлая (CV) составил 20,6%, в породах гамбургская серебристо-пятнистая и китайская шелковая (CV) достигал 43,5% и 52,6% соответственно.

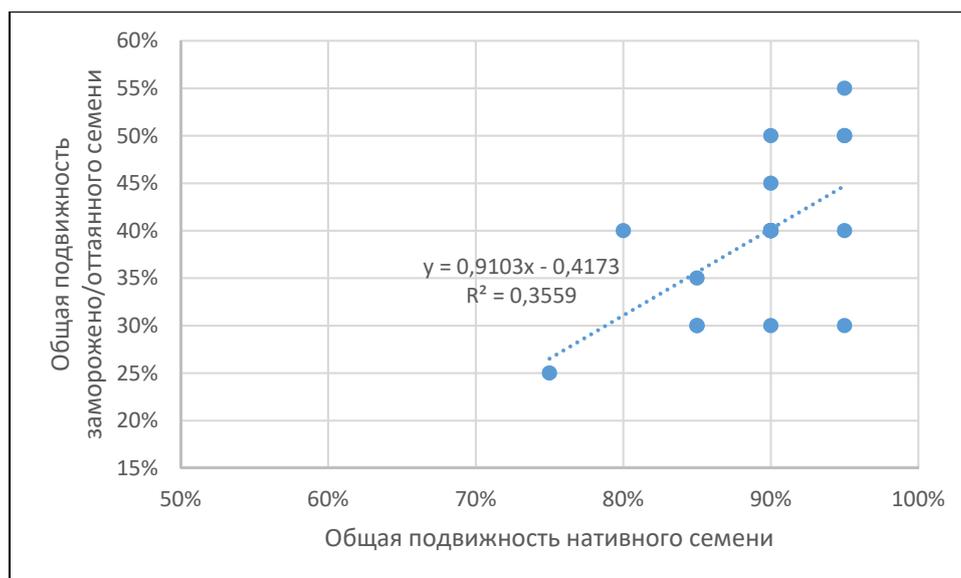


Рис. 2. Общая подвижность сперматозоидов заморожено/оттаянного семени петухов породы голландская белохохлая в зависимости от качества нативного семени

Выводы. Представленный материал позволяет сделать следующие выводы: необходимо проводить регулярный контроль качества семени петухов у малочисленных и критически малых пород кур для снижения рисков выбывания особей из родительского стада с последующей утратой их генетического вклада в цикле воспроизводства.

Качество замороженного семени, закладываемого в криобанк, напрямую зависит от качества нативного семени, но влияние индивидуальных различий остается значимым. При выявлении снижения качества заморожено/оттаянного семени в индивидуальных эякулятах необходимо увеличивать количество закладываемых в криобанк доз осеменения для снижения рисков получения неоплодотворенных яиц при использовании такого семени.

Таким образом, необходимо соблюдать полный спектр процедур цикла работ, проводимых для поддержания и развития генетической коллекции кур. Кроме того, нужен тщательный контроль за качеством семени петухов с последующей, при необходимости, корректировкой условий содержания и состава рационов для петухов, при их активном использовании. Критериями отбора петухов для пополнения криобанка являются: экстерьерное соответствие породе, показатели качества семени – объем, концентрация, общая прогрессивная подвижность и процент агглютинации сперматозоидов в эякуляте. При расчете закладываемых в криобанк доз семени, с целью получения потомства следует оценивать общую подвижность сперматозоидов заморожено/оттаянного семени.

**Работа проведена в рамках выполнения научных исследований Министерства науки и высшего образования РФ по теме № АААА-А18-118021590132-9.*

Литература

1. Багиров В.А., Эрнст Л.К., Насибов Ш.Н. и др. Сохранение биоразнообразия животного мира и использование отдаленной гибридизации в животноводстве // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – №7. – С. 54-57.
2. FAO. 2015. The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture, edited by B.D. Scherf & D. Pilling. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>.
3. Benesova B., Trefil P. Possibilities for preserving genetic resources in birds // World's Poultry Science Journal. – 2016. – 72(3) – 628-641. DOI:10.1017/S0043933916000489

4. **Фисинин В.И., Багиров В.А., Волкова Н.А. и др.** Криоконсервация мужских половых клеток как метод сохранения генетических ресурсов сельскохозяйственной птицы // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 8. – С. 65-68.
5. **Гахова Э.Н., Утешев В.К., Шишова Н.В. и др.** Роль генетических криобанков в сохранении редких и исчезающих видов животных // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. – 2017. Т. 22. – Вып. 5. – С. 861-865. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-861-865
6. **Burrows W.A., Quinn J.P.** The method of obtaining spermatozoa from the domestic fowl // Poultry Science. – 1935. – Vol. 14(4). – P. 251-254.
7. **Целютин К.В., Тур Б.К.** Искусственное осеменение и криоконсервация спермы (петухи, индюки, гусаки, селезни). – СПб.: Павел ВОГ, 2013. – 85 с.
8. **Курбатов А.Д., Нарубина Л.Е., Бубляева Г.Б. и др.** АС 1130339, 1984. Среда для низкотемпературной консервации спермы птиц.
9. **Курбатов А.Д., Нарубина Л.Е., Целютин К.В., Бубляева Г.Б.** АС №1515443, 1989. Способ криоконсервации спермы петухов в виде гранул.
10. **Лебедько Е.Я., Хохлов А.М., Барановский Д.И., Гетманец О.М.** Биометрия в Excel: учебное пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2018. – 172 с.

Literatura

1. **Bagirov V.A., Ernst L.K., Nasibov SH.N. i dr.** Sohranenie bioraznoobraziya zhitvnogo mira i ispol'zovanie otдалennoj gibridizacii v zhitvnovodstve // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2009. – №7. – S. 54-57.
2. **FAO. 2015.** The second report on the state of the world's animal genetic resources for food and agriculture, edited by B.D. Scherf & D. Pilling. FAO Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture Assessments. Rome. – URL: <http://www.fao.org/3/a-i4787e/index.html>.
3. **Benesova B., Trefil P.** Possibilities for preserving genetic resources in birds // World's Poultry Science Journal. – 2016. – 72(3) – 628-641. DOI:10.1017/S0043933916000489
4. **Fisinin V.I., Bagirov V.A., Volkova N.A. i dr.** Kriokonservaciya muzhskih polovyh kletok kak metod sohraneniya geneticheskikh resursov sel'skohozyajstvennoj pticy // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2012. – № 8. – С. 65-68.
5. **Gahova E.N., Uteshev V.K., SHishova N.V. i dr.** Rol' geneticheskikh kriobankov v sohraninii redkih i ischezayushchih vidov zhitvnyh // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2017. Т. 22. – Vyp. 5. – S. 861-865. DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-861-865
6. **Burrows W.A., Quinn J.P.** The method of obtaining spermatozoa from the domestic fowl // Poultry Science. – 1935. – Vol. 14(4). – P. 251-254.
7. **Celyutin K.V., Tur B.K.** Iskusstvennoe osemnenie i kriokonservaciya spermy (petuhi, indyuki, gusaki, selezni). – SPb.: Pavel VOG, 2013. – 85 s.
8. **Kurbatov A.D., Narubina L.E., Bubylyeva G.B. i dr.** AS 1130339, 1984. Sreda dlya nizkotemperaturnoj konservacii spermy ptic.
9. **Kurbatov A.D., Narubina L.E., Celyutin K.V., Bubylyeva G.B.** AS №1515443, 1989. Sposob kriokonservacii spermy petuhov v vide granul.
10. **Lebed'ko E.YA., Hohlov A.M., Baranovskij D.I., Getmanec O.M.** Biometriya v Excel: uchebnoe posobie. – SPb.: Izdatel'stvo «Lan'», 2018. – 172 s.

УДК 621.436

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13111

Канд. техн. наук, доцент **Р.А. ЗЕЙНЕТДИНОВ**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, zra61@mail.ru)**ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОВЕСНЫХ ВНУТРИЦИЛИНДРОВЫХ ПРОЦЕССОВ
НА ИНДИКАТОРНЫЙ КПД ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ**

Все более жесткие требования к топливно-экономическим и экологическим характеристикам поршневых двигателей приводят к совершенствованию методов термодинамического анализа внутрицилиндровых процессов, которые в действительности являются неравновесными с ограниченными продолжительностями. При этом разработка усовершенствованной методики оценки энергоэффективности данных процессов с учетом их продолжительности является актуальной задачей, что обусловлено тем, что известные методы не раскрывают качественную характеристику внутрицилиндровых процессов и значимость их влияния на индикаторный КПД η_i двигателя, в результате обедняется ценность полученных экспериментальных данных в поиске резервов повышения индикаторных показателей двигателя.

Цель исследования – разработка методики оценки эффективности преобразования теплоты в механическую работу в поршневых двигателях с учетом диссипативного характера внутрицилиндровых процессов.

Материалы, методы и объекты исследований. В настоящее время широко используют эксергетический метод исследования различных тепловых машин и аппаратов. Данный метод позволяет определить максимальную работу, которую может совершить термодинамическая система, не находящаяся в равновесии с окружающей средой. Основоположителем данного метода считают профессора университета в Лионе Ж. Гюи, первая работа которого вышла в 1889 г. Дальше определенные шаги были сделаны в 1898 г. А. Стодолой, а в 1930-е годы в этом же направлении занимались В. Кизом, Д. Кинан и Ф. Бошнякович. Большой вклад в последующее развитие эксергетического метода внесли Я. Шаргут и Р. Петелл [1], В.М. Бродянский [2] и ряд других исследователей [1, 2].

В настоящее время данный метод термодинамического анализа уже широко применяется в теоретических исследованиях при оценке эффективности теплоиспользования в различных энергетических установках и системах отраслей народного хозяйства и является серьезно разработанным аппаратом, позволяющим учесть как количественные, так и качественные характеристики энергоресурсов энергетических и технологических установок [3].

Основным недостатком эксергетического метода анализа является то, что происходящие внутри системы термодинамические процессы не конкретизируются, в связи с чем нельзя глубоко рассмотреть механизмы диссипаций теплоты в них. Процесс «генерации» энтропии, связанный с кинетикой процесса и коэффициентами теплообмена, не учитывается, а неизбежные потери эксергии, связанные с интенсивностью самих процессов, также не фиксируются. При таком эксергетическом анализе задачу минимизации необратимости какого-либо термодинамического процесса сложно ставить.

Если учесть, что внутрицилиндровые процессы являются необратимыми и с ограниченной продолжительностью, то при исследовании природы их необратимости уникальным инструментом является термодинамика необратимых процессов, которая позволяет вскрыть подлинную причину возникновения диссипации и, устанавливая области минимальной энтропии системы, решать задачи по определению максимальной работоспособности поршневого двигателя в целом.

Решение задачи максимизации мощности двигателя предполагает установление связи между индикаторным КПД η_i двигателя и характеристиками подвода и отвода теплоты с целью минимизации диссипации тепловой энергии в неравновесных внутрицилиндровых процессах. При исследовании данных процессов с учетом их необратимости необходимо различать максимально возможное количество теплоты, подводимое к термодинамической системе от источника Q и фактически подведенное от источника количество теплоты Q_e , что можно выразить дифференциальным уравнением [4]:

$$dQ = d_e Q + d_i Q, \quad (1)$$

где $d_e Q$ – элементарное количество теплоты, реально подведенное к системе; $d_i Q$ – некомпенсированное элементарное количество теплоты (теплота диссипации), $d_i Q \geq 0$.

Тогда тепловой баланс в цилиндре двигателя с учетом необратимости внутрицилиндровых термодинамических процессов можно представить в виде:

$$d_e Q_{\text{исп.}} = q_u H_u dx + \sum_k h_k dM_k - dH_{u.m} - dQ_w - \sum d_i Q, \quad (2)$$

где $d_e Q_{\text{исп.}}$ – элементарное количество теплоты, фактически используемое на совершение механической работы; H_u – низшая теплота сгорания топлива; dx – скорость изменения доли сгоревшего топлива во времени; dM_k – элементарная масса свежего заряда, входящего в цилиндр и выходящего из него (продуктов сгорания) и с учетом расхода через кольцевые уплотнения; $h_k dM_k$ – подведенная с входящими или отведенная с выходящими потоками рабочего тела энергия; $dH_{u.m}$ – количество теплоты, расходуемое на испарения впрыскиваемого топлива; dQ_w – количество теплоты, выделившееся в стенки цилиндров; $\sum d_i Q$ – суммарные потери теплоты вследствие диссипации и диссоциации продуктов сгорания.

В надпоршневом пространстве процесс горения топливовоздушной смеси происходит с изменением концентраций компонентов продуктов сгорания, и поэтому рабочее тело можно рассмотреть как многокомпонентную термодинамическую систему, для которой можно использовать уравнение Д. Гиббса в виде [5]:

$$dU = TdS - pdV + \sum_k \mu_k dN_k, \quad (3)$$

где S , p , V – энтропия, локальное давление и объем многокомпонентной термодинамической системы в надпоршневом пространстве; μ_k – химический потенциал k -го компонента продуктов сгорания; N_k – массовая концентрация k -го компонента продуктов сгорания.

Химический потенциал μ_k выражает работу k -го компонента рабочего тела внутри цилиндра в ходе химической реакции горения топливовоздушной смеси и его можно выразить уравнением [5]:

$$\mu_k = \mu_k(T) + RT \ln p_i, \quad (4)$$

где p_i – парциальное давление k -го компонента рабочего тела; $\mu_k(T)$ – часть химического потенциала, зависящая от температуры и от природы k -го компонента рабочего тела.

Химический потенциал можно определить через значения трех парциальных величин при данных температуры T и давления p для каждого k -го компонента рабочего тела.

$$\mu_k(T) = \bar{u}_k + p\bar{v}_k - T\bar{s}_k = \bar{h}_k - T\bar{s}_k, \quad (5)$$

где \bar{u}_k , \bar{v}_k , \bar{s}_k – парциальные молярные значения внутренней энергии, объема и энтропии k -го компонента рабочего тела.

Рабочее тело в надпоршневом пространстве приходит в состояние равновесия с окружающей средой посредством теплообмена через стенки цилиндров и совершение механической работы. Соотношение для расчета эксергии рассматриваемой термодинамической системы имеет вид [2]:

$$E_r = U - U_0 + T_0(S_0 - S) - p_0(V_0 - V), \quad (6)$$

где U, V – внутренняя энергия и объем термодинамической системы; T_0 – температура окружающей среды.

Продифференцировав выражение (6), можно получить уравнение изменения эксергии рабочего тела:

$$dE_r = dU - T_0 dS + p_0 dV. \quad (7)$$

Подставляя в данное уравнение выражение внутренней энергии (3), можно получить:

$$dE_r = (T - T_0) dS - (p - p_0) dV + \sum_k \mu_k dN_k. \quad (8)$$

Если считать параметры U, V, N_k независимыми, то, введя температурную эксергетическую функцию τ_e , дифференциальное уравнение (8) можно преобразовать к виду:

$$dE_r = \tau_e dU + [p_0 - (1 - \tau_e)p] dV + (1 - \tau_e) \sum_k \mu_k dN_k, \quad (9)$$

Составление уравнения эксергетического баланса внутрицилиндровых процессов позволяет выразить работоспособную и теряемую часть энергии с учетом диссипации теплоты. Уравнение эксергетического баланса можно получить из уравнения теплового баланса путем умножения его составляющих на соответствующие температурные эксергетические функции и с учетом выражения (1):

$$Q_{\text{под}} \tau_e + E_0 - Q_w \tau_e^w - H_{u.m.} \tau_e^{u.m.} - Q_{ym} \tau_e^{ym} - Q_{\text{ор}} \tau_e^{\text{ор}} - \sum_m D_m = 0, \quad (10)$$

где E_0 – эксергия рабочего заряда на входе в цилиндр; $\sum_m D_m$ – суммарные потери эксергии вследствие необратимости процессов тепловыделения и теплообмена; $\tau_e^{u.m.}$ – температурная эксергетическая функция процесса испарения топлива; τ_e^w – температурная эксергетическая функция процесса теплопередачи через стенку цилиндров; $\tau_e^{\text{ор}}$ – температурная эксергетическая функция отведенной через систему выпуска отработавших газов теплоты.

Учитывая, что дифференциал эксергии $dE = \tau_e dQ$, дифференциальное уравнение эксергетического баланса можно преобразовать к виду:

$$dE_{\text{под}} - dE_w - dE_{u.m.} - dE_{ym} - dE_{\text{ор}} - \sum_m dD_m = 0. \quad (11)$$

С учетом выражения (9) уравнение (10) можно записать в виде:

$$\begin{aligned} \tau_e dU + [p_0 - (1 - \tau_e)p] dV + (1 - \tau_e) \sum_k \mu_k dN_k - \tau_e^w dQ_w - \\ - \tau_e^{u.m.} dH_{u.m.} - \tau_e^{ym} dQ_{ym} - \tau_e^{\text{ор}} dQ_{\text{ор}} - \sum_i dD_n = 0. \end{aligned} \quad (12)$$

Из данного уравнения после соответствующих преобразований можно найти элементарную величину полезной работы расширения в цилиндре двигателя:

$$\begin{aligned} p dV = \frac{1}{1 - \tau_e} [\tau_e dU + (1 - \tau_e) \sum_k \mu_k dN_k + p_0 dV + E_0 - \\ - dE_w - dE_{u.m.} - dE_{ym} - dE_{\text{ор}} - \sum_m dD_m], \end{aligned} \quad (13)$$

где $\sum dD_m$ – сумма эксергетических потерь во внутрицилиндровых процессах.

Результаты исследований. Данное уравнение показывает, что при протекании необратимых внутрицилиндровых процессов не вся выделенная теплота может быть использована на совершение механической работы, а часть теплоты согласно второму закону термодинамики отводится холодному источнику. Естественно, чем меньше необратимость процессов действительного цикла поршневого двигателя, тем больше совершается полезная работа, и степень совершенства термодинамического цикла характеризуется, как известно, индикаторным КПД [6]:

$$\eta_i = \frac{Q_1 - Q_{2д}}{Q_1} = \frac{\int_V p dV}{Q_1}, \quad (14)$$

где Q_1 – полученная от горячего источника теплота.

Данная формула с учетом выражения (13) позволяет определить индикаторный КПД двигателя с учетом неравновесности внутрицилиндровых процессов, оценить степень образования теплоты диссипации в них. Также можно отметить, что чем больше степень необратимости этих процессов, тем больше скорость образования в надпоршневом пространстве теплоты диссипации.

Второе слагаемое $\mu_k dN_k$ в правой части уравнения (13), как следует из [7], является работой химических сил и равно термодинамическому потенциалу Гиббса. Интегральная форма данного слагаемого имеет вид:

$$\sum_k \int \mu_k dN_k = \sum_k \mu_k N_k - \frac{Hu}{l_0 + 1},$$

где l_0 – стехиометрическое количество воздуха; Hu – низшая теплота сгорания.

Цилиндровая мощность двигателя можно представить в виде:

$$p \frac{dV}{dt} = \frac{1}{1 - \tau_e} \left[\tau_e \frac{dU}{dt} + (1 - \tau_e) \sum_k \mu_k \frac{dN_k}{dt} + p_0 \frac{dV}{dt} - \frac{dE_w}{dt} - \frac{dE_{u.m}}{dt} - \frac{dE_{ym}}{dt} - \frac{dE_{ог}}{dt} - \sum_k \frac{dD_n}{dt} \right]. \quad (15)$$

В уравнении (15) изменение внутренней энергии U выразим через ее удельное значение и массу рабочего тела m , т.е.

$$\frac{dU}{dt} = \frac{d(mu)}{dt} = m \frac{du}{dt} + u \frac{dm}{dt}, \quad (16)$$

где m, u – масса и удельная внутренняя энергия рабочего тела (заряда).

Масса заряда в цилиндре m с внутренним смесеобразованием для произвольного момента времени t равна:

$$m = m_B + m_{впр}, \quad (17)$$

где m_B – общая масса воздуха; $m_{впр}$ – масса впрыскиваемого в цилиндр топлива.

Масса рабочего тела при закрытых органах газообмена изменяется с течением времени за счет подачи топлива $m_{впр}$ и в результате его утечек через кольцевые уплотнения. Если пренебречь массой $m_{ут}$ рабочего тела за счет утечки, то изменение массы рабочего тела можно записать в виде:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{dm_{впр}}{dt} = \frac{1}{H_u} \frac{dQ_x(\tau)}{dt}, \quad (18)$$

где $Q_x(\tau)$ – характеристика тепловыделения.

Изменение коэффициента избытка воздуха α_B в течение рабочего процесса, по существу, выражает изменение состава рабочего тела, которая рассматривается как газовая смесь различных компонентов. Естественно, в зависимости от коэффициента избытка воздуха изменяется внутренняя энергия, что необходимо учитывать в термодинамическом расчете рабочего процесса в двигателе.

Для произвольного момента времени коэффициент избытка воздуха определяется по зависимости

$$\alpha_B = \frac{m_B}{m_{ц} \cdot l_0} = \frac{m - m_{впр}}{m_{впр} \cdot l_0}, \quad (19)$$

где $m_{ц}$ – цикловая подача топлива, $m_{ц} = m_{впр}$.

Продифференцировав выражение (18), имеем:

$$d\alpha_B = -\alpha_B \frac{dm_{впр}}{m_{впр}}. \quad (20)$$

Удельная внутренняя энергия рабочего тела зависит от его параметров состояния T и p , а также от коэффициента избытка воздуха α_B , который в ходе рабочего процесса изменяется от времени τ , т.е. $u = f(T, p, \alpha_B)$.

Термодинамическое соотношение, описывающее изменение удельной внутренней энергии:

$$\frac{du}{dt} = \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_{p, \alpha_B} \frac{dT}{dt} + \left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_{T, \alpha_B} \frac{dp}{dt} + \left(\frac{\partial u}{\partial \alpha_B}\right)_{p, T} \frac{d\alpha_B}{dt}. \quad (21)$$

Подставляя выражение (15) в уравнение (20), имеем:

$$\begin{aligned} \frac{dU}{dt} = m \frac{du}{dt} + u \frac{dm}{dt} = m \left(\frac{\partial u}{\partial p}\right)_{T, \alpha_B} \frac{dp}{dt} + m \left(\frac{\partial u}{\partial T}\right)_{p, \alpha_B} \frac{dT}{dt} + \\ + m \left(\frac{\partial u}{\partial \alpha_B}\right)_{p, T} \frac{d\alpha_B}{dt} + \frac{u}{H_u} \frac{dQ_x}{dt}. \end{aligned} \quad (22)$$

Скорость изменения давления в период горения можно записать в виде [8]:

$$\frac{dp}{dt} = \frac{(k-1)Q_x}{V} \frac{dx}{dt} - k \frac{p}{V} \frac{dV}{dt}, \quad (23)$$

где dx/dt – скорость изменения доли сгоревшего топлива во времени; k – коэффициент Пуассона.

Изменение давления определяется, задавая законы тепловыделения и законы теплообмена через стенку цилиндров Q_w [6]. После расчета изменения давления можно определить и изменение температуры, используя уравнение состояния идеального газа.

В цилиндре двигателя процесс сгорания рабочей смеси обусловлен изменением состава продуктов сгорания топлива, которое при $\alpha \geq 1$ имеет следующий вид:

диоксид углерода $dM_{CO_2}/dt = (C/12) \cdot dx/dt$, кмоль CO_2 /кг·топл.;

водяные пары $dM_{H_2O}/dt = (H/2) \cdot dx/dt$, кмоль H_2O /кг·топл.;

избыточный кислород $dM_{O_2}/dt = 0,21(\alpha - 1)L_0 \cdot dx/dt$, $\frac{\text{кмоль } O_2}{\text{кг·топл.}}$;

азот $dM_{N_2}/dt = 0,792\alpha L_0 \cdot dx/dt$, кмоль N_2 /кг·топл.

Для определения значения эксергетических потерь D_k в рассматриваемых неравновесных термодинамических процессах можно использовать формулу Гюи-Стодола [2]:

$$dD_n = -T_0 d_i S_n, \quad (24)$$

где $d_i S_n$ – производство энтропии, вызванное внутренней необратимостью n -го процесса; T_0 – температура окружающей среды.

Тогда локальная скорость диссипации энергии имеет вид:

$$\frac{dD_n}{dt} = -T_0 \frac{d_i S_n}{dt} = -T_0 \sigma_s^n, \quad (25)$$

где σ_{sn} – скорость производства энтропии в системе за счет внутренней необратимости n -го процессов.

В поршневых двигателях процессы испарения капель и диффузии паров топлива в газоздушном потоке являются неравновесными и нестационарными. Процесс испарения ограничен временем и протекает в среде с неравномерной температурой; концентрации паров и продукты сгорания также изменяются во времени. Капли топлива после распыливания движутся с неравномерной скоростью относительно среды. Между каплями топлива и газоздушной средой в камере сгорания происходит сложный радиационно- конвективный теплообмен. В связи с этим можно выделить лишь основные неравновесные процессы, которые обусловлены производствами энтропии. Это такие процессы, как подача топлива с одновременным фазовым превращением; тепловыделение с теплоотдачей через стенку цилиндров; теплопроводность; диффузия, диссипативные явления в пограничном слое камеры сгорания; трение в термомеханических системах; дросселирование газов в системе газообмена и неравновесные процессы горения топлива [4].

Сумму скоростей производств энтропий в вышеназванных неравновесных термодинамических процессах можно записать в виде [4]:

$$\sum \sigma_s^n = \sigma_s^{mc} + \sigma_s^q + \sigma_s^\lambda + \sigma_s^d + \sigma_s^v + \sigma_s^f + \sigma_s^r + \sigma_s^g \geq 0, \quad (26)$$

где σ_s^{mc} , σ_s^q , σ_s^λ , σ_s^d , σ_s^v , σ_s^f , σ_s^r , σ_s^g – соответственно скорости производства энтропии в процессах топливоподачи, тепловыделения, теплопроводности, диффузии компонентов рабочего тела, вязкого трения рабочего тела в пограничном слое, диссипации механической энергии в теплоту за счет трения, протекания неравновесных химических реакций сгорания топлива и в системе газообмена.

Процесс теплопередачи от рабочего тела к теплоносителю системы охлаждения двигателя складывается из трех составляющих: перенос теплоты от горячего рабочего тела к стенке цилиндров конвекцией; перенос теплоты теплопроводностью через стенку и перенос теплоты конвекцией от внешней поверхности стенки цилиндра к теплоносителю. Каждую составляющую эксергетических потерь в процессе теплопередачи через стенки цилиндров в общем виде можно определить формулой:

$$\Delta E_{wi} = \int_t \int_F \tau_e^{wi} q_x dF dt, \quad (27)$$

где τ_e^{wi} – температурная эксергетическая функция процесса теплопередачи через стенку цилиндров; q_x – плотность теплового потока; F – площадь поверхности стенок цилиндров; t – продолжительность термодинамического процесса.

Отработавшие газы выпускной системы двигателей внутреннего сгорания обладают достаточно высокой работоспособностью, количество которой можно определить по величине эксергии. Для потока отработавших газов, сопровождающегося конвективным переносом энтропии, выражение скорости изменения эксергии имеет вид [9]:

$$\frac{dE}{dt} = (T_{or} - T_0) \frac{dS}{dt} + V \frac{dp}{dt}, \quad (28)$$

где T_{or} – средняя по сечению термодинамическая температура газового потока.

В нашем случае соотношение производства энтропии при отсутствии в системе химической реакции можно определить из выражения [5]:

$$\rho \frac{ds}{dt} = -div J_s + \sigma_s^{or}, \quad (29)$$

где J_s – полный вектор потока энтропии в рассматриваемой системе; σ_s^{or} – локальная скорость возникновения энтропии, обусловленной внутренними необратимыми процессами в выпускном трубопроводе.

Полный вектор потока энтропии J_s равен:

$$J_s = \rho s \vec{W} - \frac{\vec{q}_r}{T}, \quad (30)$$

где \vec{W} – суммарный вектор скорости течения газового потока; \vec{q}_r – плотность теплового потока на стенке трубопровода со стороны горячего потока отработавших газов.

Итак, оценку эффективности преобразования энергии в термомеханических системах поршневых двигателей можно производить по характеру прироста энтропии. При этом общая задача оптимизации термодинамических процессов в ДВС сводится к минимизации производства энтропии, определяющего минимальные эксергетические потери, что характеризует максимальное преобразование тепловой энергии топлива в механическую работу. Задача исследования на минимум эксергетических потерь сводится к виду:

$$\sum_k D_k = T_0 \sum_k \Delta S_k \rightarrow \min. \quad (31)$$

Выводы. Таким образом, оценку термодинамического совершенства действительных циклов поршневых двигателей необходимо проводить методом эксергетического анализа диссипативных внутрицилиндровых процессов на основе термодинамики необратимых процессов, так как имеет следующие преимущества:

- данный метод позволяет глубже раскрывать сущность происходящих процессов в надпоршневом пространстве при преобразовании химической энергии в механическую работу;
- полученное из эксергетического баланса уравнение позволяет определить работоспособность поршневого двигателя с учетом диссипативных функций эксергетических потерь во внутрицилиндровых процессах, а выражение индикаторного КПД – оценить степень совершенства и значимость влияния на него неравновесных процессов, формирующих рабочий цикл двигателя;
- использование предложенного эксергетического метода анализа на основе термодинамики необратимых процессов может быть весьма полезным при решении некоторых практических задач по оптимизации внутрицилиндровых процессов. Экстремальные задачи по минимизации роста энтропии термодинамической системы во внутрицилиндровых процессах при заданной их продолжительности и количестве подведенной теплоты позволяют найти максимальную работоспособность (мощность) поршневого двигателя.

Литература

1. **Шаргут Я.** Эксергия. – М.: Энергия, 1968. – 279 с.
2. **Бродянский В. М., Фратшер В., Михалек К.** Эксергетический метод и его приложения. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 286 с.
3. **Турбаев П.А.** Термодинамический и эксергетический анализ в теплотехнологии: монография. – М.: Инфа-Инженерия, 2019. – 228 с.
4. **Зейнетдинов Р.А.** Энергодинамика поршневых двигателей: монография. – СПб: СПбГАУ, 2018. – 272 с.
5. **Пармон В.Н.** Термодинамика неравновесных процессов для химиков: учебное пособие. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2015. – 472 с.
6. **Кавтарадзе Р.З.** Теория поршневых двигателей. Специальные главы: учебник для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 720 с.
7. **Базаров И.П., и др.** Термодинамика и статистическая физика. Теория равновесных систем. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 312 с.
8. **Шароглазов Б.А., Шишков В.В.** Поршневые двигатели: теория, моделирование и расчет процессов. – Челябинск: Издательский центр ФУрГУ, 2011. – 525 с.
9. **Зейнетдинов Р.А.** Анализ эксергетических потерь в выпускной системе поршневых двигателей с применением принципов неравновесной термодинамики // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2011. – №24. – С. 301-307.

Literatura

1. **SHargut YA.** Eksergiya. – M.: Energiya, 1968. – 279 s.
2. **Brodyanskij V. M., Fratsher V., Mihalek K.** Eksergeticheskiy metod i ego prilozheniya. – M.: Energoatomizdat, 1988. – 286 s.
3. **Turbaev P.A.** Termodinamicheskiy i eksergeticheskiy analiz v teplotekhnologii: monografiya. – M.: Infa-Inzheneriya, 2019. – 228 s.
4. **Zeinetdinov R.A.** Energodinamika porshnevyyh dvigatelej: monografiya. – SPb: SPbGAU, 2018. – 272 s.
5. **Parmon V.N.** Termodinamika neravnesnyh processov dlya himikov: uchebnoe posobie. – Dolgoprudnyj: Izdatel'skiy Dom «Intellekt», 2015. – 472 s.
6. **Kavtaradze R.Z.** Teoriya porshnevyyh dvigatelej. Special'nye glavy: uchebnyk dlya vuzov. – M.: Izd-vo MGTU im. N.E. Bauman, 2008. – 720 s.
7. **Bazarov I.P. i dr.** Termodinamika i statisticheskaya fizika. Teoriya ravnesnyh system. – M.: Izd-vo MGU, 1986. – 312 s.
8. **SHaroglazov B.A., SHishkov V.V.** Porshnevyye dvigateli: teoriya, modelirovanie i raschet processov. – CHelyabinsk: Izdatel'skiy centr FURGU, 2011. – 525 s.

9. **Zejnetdinov R.A.** Analiz eksergeticheskikh poter' v vypusknnoj sisteme porshnevnyh dvigatelej s primeneniem principov neravnovesnoj termodinamiki // Izvestiya Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2011. – №24. – S. 301-307.

УДК 631.334

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13118

Доктор техн. наук **А.Б. КАЛИНИН**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, andrkalinin@yandex.ru)
Доктор техн. наук **В.А. СМЕЛИК**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, smelik_va@mail.ru)
Канд. техн. наук **И.З. ТЕПЛИНСКИЙ**
(ФГБОУ ВО СПбГАУ, tsa_spbgau@mail.ru)

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Формирование рационального водопотребления растений в условиях, сложившихся в период вегетации при возделывании картофеля, является важнейшей составной частью управления продукционно-качественным процессом. При этом баланс воды в корнеобитаемом слое почвы определяется в основном погодно-климатическими условиями и параметрами почвенного состояния, сформированными при её обработке, существенно влияющего на развитие корневой системы растений. Правильный выбор применяемых приемов обработки почвы, выполняемых с помощью комплекса технологических машин и орудий пассивного и активного типов [1, 2], позволяет создать мощный оструктуренный корнеобитаемый слой, способный аккумулировать и отдавать растениям большие запасы влаги.

Для повышения эффективности существующих приемов регулирования водного режима почвы разработан способ, позволяющий уменьшить риски влияния изменяющихся климатических условий за счет применения специальных инновационных водоудерживающих материалов естественного и искусственного происхождения [3, 4], улучшающих её водно-физические свойства. Это позволяет в период интенсивного роста растений картофеля формировать клубни и накапливать их массу независимо от погодных условий.

Наибольшее распространение в производстве картофеля в настоящее время получили специальные полимерные гранулированные материалы, которые, контактируя с водой, набухают и превращаются в гель, аккумулируя в своей структуре влагу, в объемах, в сотни раз превышающих их вес. Кроме этого, использование таких водоудерживающих материалов способствует разрыхлению и аэрации почвы, а также отводу избытка воды при переувлажнении. Внесение водоудерживающих гранулированных материалов осуществляется, как правило, локальным способом совместно с посадкой картофеля при помощи различных приспособлений, монтируемых на картофелепосадочной машине. Составленный таким образом комбинированный агрегат должен размещать гранулы внутрипочвенно в активном корнеобитаемом слое с помощью сошников картофелепосадочной машины вместе с семенными клубнями.

Практических рекомендаций по выбору приспособлений для внесения гранул-водоудерживателей нет. В хозяйствах для этих целей приспособляют различные аппликаторы для внесения гранулированных удобрений и пестицидов или высевальные системы для мелкосеменных культур [5, 6]. Однако практически в условиях нормального функционирования картофелепосадочных машин, находящихся под воздействием случайных в вероятностно-статистическом смысле входных возмущений, все эти приспособления не обеспечивают высокую равномерность расхода дорогостоящих гранул. Поэтому снижение затрат на производство картофеля за счет дополнительного применения водоудерживающих

материалов требует существенного ресурсосбережения за счет высокой точности расхода гранул. Это возможно обеспечить оснащением применяемых устройств для внесения гранул автоматизированными системами активного контроля качества дозирования, позволяющих оперативно в режиме онлайн поддерживать требуемую величину расхода материала. При создании таких интеллектуальных систем для картофелепосадочных машин, учитывая случайный характер их условий функционирования, следует использовать методы статистической динамики сельскохозяйственных агрегатов [7].

Цель исследования – совершенствование технологического процесса функционирования устройства для применения влагоудерживающих материалов на основе выбора технических средств для их внесения и разработки методологии контроля качества работы дозирующих систем.

Материалы, методы и объекты исследований. Проведенный анализ конструкций приспособлений для внесения гранулированных водоудерживающих материалов, применяемых на картофелепосадочных машинах как объектов дозирования, показал, что все они имеют бункер для гранул, дозирующее устройство, материалопровод и механизм привода. Отличительные особенности их заключаются в компоновочном исполнении, согласно которому можно выделить три группы устройств.

К первой группе таких устройств относятся приспособления, имеющие секционное исполнение. Количество секций зависит от рядности картофелепосадочной машины. Особенностью этой группы устройств является наличие в каждой секции индивидуального бункера (иногда бункер может иметь два выхода для материала), дозатора и материалопровода с гравитационной подачей гранул в сошник картофелепосадочной машины. Среди устройств этой группы наиболее распространены приспособления компаний Ганди, Гаспардо и Хорстайн Фармери.

Особенностью устройств второй группы является раздельно-агрегатная схема исполнения, при которой имеется единый центральный бункер, индивидуальные дозаторы и пневматические материалопроводы с горизонтальным транспортированием гранул в сошник картофелепосадочной машины. Типичным представителем этой группы приспособлений является универсальная высеваящая система PS компании APV.

Третья группа приспособлений также имеет раздельно-агрегатную схему исполнения, однако её особенностью является использование центральной высеваящей системы с единым бункером и дозатором, а также пневматического материалопровода с вертикальным распределением потока гранул с последующим их транспортированием в сошники картофелепосадочной машины. Подобная схема используется в немецких высеваящих системах Accord и моделях машин Лидаагропромаш.

Следует отметить, что во всех группах рассмотренных приспособлений для подачи и дозирования гранул используются в основном различного типа катушечные дозирующие устройства. Проведенные в течение ряда лет полевые экспериментальные исследования рассмотренных технических средств для применения гранул и других сыпучих материалов с катушечными дозаторами в различных мобильных сельскохозяйственных машинах показали их невысокую технологическую (точностную) надежность по дозированию [8]. Вероятность сохранения установленного расхода материала у всех рассмотренных устройств не превышала 40-45%, что подтверждает необходимость совершенствования их технологического процесса путем оснащения применяемых приспособлений средствами автоматизированного контроля работы дозирующих систем.

Методология создания систем активного контроля расхода материала предполагает на начальном этапе построение моделей функционирования дозирующих систем рассматриваемых приспособлений, как объектов автоматизации. Применение для этих целей систем активного контроля позволяет своевременно производить поднастройку технологического процесса функционирования машины без участия человека – оператора. Несмотря на отмеченные особенности конструктивного исполнения приспособлений для

внесения гранул, при анализе функционирования их дозирующих систем можно принять обобщенную модель в виде блок-схемы, показанной на рисунке 1. Она характеризует дозирующую систему как динамическую. В этой модели объект условно разбит на три элемента, совокупность которых составляет его дозирующую систему. Элементом 1 в ней обозначен собственно дозирующий аппарат с бункером, смонтированный на раме картофелепосадочной машины. В качестве элемента 2 принят материалопровод приспособления, транспортирующий гранулы в сошник картофелепосадочной машины, обозначенный на схеме элементом 3. Заделка гранул в почву производится вместе с семенными клубнями.

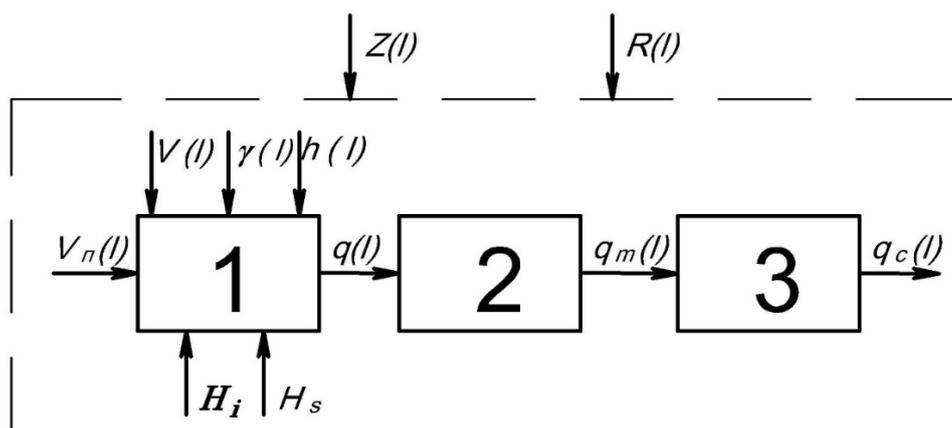


Рис. 1. Блок-схема модели дозирующей системы устройства для внесения влагоудерживающего материала

Представленная на рисунке 1 модель функционирования дозирующей системы объекта позволяет провести анализ изменения состояния потока гранулированных материалов от бункера с дозирующим аппаратом до момента заделки их в почву. Данный объект находится под воздействием возмущений в виде случайных процессов профиля поверхности почвы $Z(l)$ и сопротивления почвы $R(l)$, характеризующих условия функционирования агрегата. В результате их действия рама картофелепосадочной машины, на которой смонтировано приспособление, совершает сложные колебания. При этом колебания в продольно-вертикальной плоскости [9], наиболее существенно влияющие на работу всех элементов, приведенных в модели.

Входным воздействием элемента 1 является случайный процесс, характеризующий скорость подачи материала к дозатору $V_n(l)$. Для катушечных дозаторов это частота вращения его высевающих катушек. Установка дозатора на требуемый расход материала обеспечивается соответствующими настройками в виде передаточного отношения механизма привода дозатора H_i и положения исполнительного механизма H_s . Существенное влияние на работу дозатора оказывают входные параметры, характеризующие ход технологического процесса приспособления. В первую очередь это скорость движения агрегата $V(l)$, а также меняющийся в процессе работы уровень материала в бункере $h(l)$ и физико-механические свойства гранул $\gamma(l)$, наиболее важным из которых является его объемная масса, сильно зависящая от погодных условий. На выходе дозирующего устройства (элемент 1) формируется поток материала $q(l)$ с соответствующими вероятностными характеристиками этого случайного процесса. Далее поток гранул $q(l)$ из дозатора с помощью материалопровода 2 преобразуется в поток $q_m(l)$, имеющий уже несколько другие характеристики. Затем сошники 3 преобразуют процесс $q_m(l)$ в выходной поток гранул $q_c(l)$ со своими числовыми характеристиками. Этот поток поступает вместе с клубнями картофеля в почву и распределяется в ней по длине гона случайным образом.

Результаты исследований. Исследованиями установлено, что выходной процесс элемента 1 модели в виде расхода гранул $q(l)$ можно принять в качестве информационного параметра системы активного контроля, характеризующего технологическую надежность

дозировуемой системы приспособления. Проведенный анализ модели функционирования приспособления показал, что протекание контролируемого процесса $q(l)$ подвержено влиянию сильных входных возмущений, специфическое действие которых обуславливает наличие в нем нестационарных помех. На основании изучения реализаций процесса $q(l)$, полученных при натурных исследованиях, установлено, что он является нестационарным по математическому ожиданию и его можно представить в виде $q(l) = m_q(l) + \dot{q}(l)$, причем $m_q(l)$ есть скользящее среднее процесса, а $\dot{q}(l)$ – его центрированная составляющая. Однако это не препятствует изучению данного случайного процесса как стационарного, т.к. длина его наблюдения (интервал контроля) L_q выбирается из условия обеспечения постоянства дисперсии D_q или среднего квадратического отклонения σ_q [7]. При этом интервал контроля определяется как $L_q = \Delta l \cdot N$, где Δl есть шаг дискретизации контролируемого процесса, а N – количество его измерений на этой длине наблюдения. Здесь следует отметить, что общее требование, при котором обеспечивается статистическая репрезентативность данных, наблюдаемых при дозировании сыпучих материалов, заключается в выполнении условия $N \geq 100$ [7].

Выбор и обоснование рациональных параметров контроля Δl процесса $q(l)$ осуществляется в результате натурных исследований приспособлений для внесения гранул в условиях их нормальной эксплуатации. Проведенный по результатам полевых экспериментов корреляционно-спектральный анализ процесса $q(l)$ позволил рассчитать для принятого диапазона рабочих скоростей картофелепосадочных агрегатов шаг дискретизации Δl , равный 0,1-0,2 м.

При определении интервала контроля L_q по материалам экспериментальных исследований для процесса $q(l)$ были построены графики зависимости $\sigma_q = f(l)$. На рисунке 2 они показаны для двух типов катушечных дозаторов. Из рисунка видно, что при значениях $L_q \approx 20$ м среднее квадратическое отклонение σ_q процесса $q(l)$ для каждого из дозаторов стабилизируется и при дальнейшем увеличении интервала контроля практически не изменяется. Это позволяет сделать вывод, что определение вероятностных оценок процесса расхода гранул при активном контроле дозирующей системы приспособления следует проводить на интервале $L_q = 20$ м. Однако выработка сигнала системой активного контроля на поднастройку дозирующего устройства приспособления после обработки результатов измерения за интервал контроля $L_q = 20$ м может привести к значительным потерям дорогостоящего материала. Поэтому для существенного повышения оперативности контроля, не снижая статистической достоверности получаемых оценок расхода $q(l)$, следует ограничиться скользящим средним значением $m_q(l)$, представляющим низкочастотную составляющую процесса, характеризующую его реальные изменения. Это позволит также подавить нестационарные помехи (высокочастотную составляющую процесса $q(l)$).

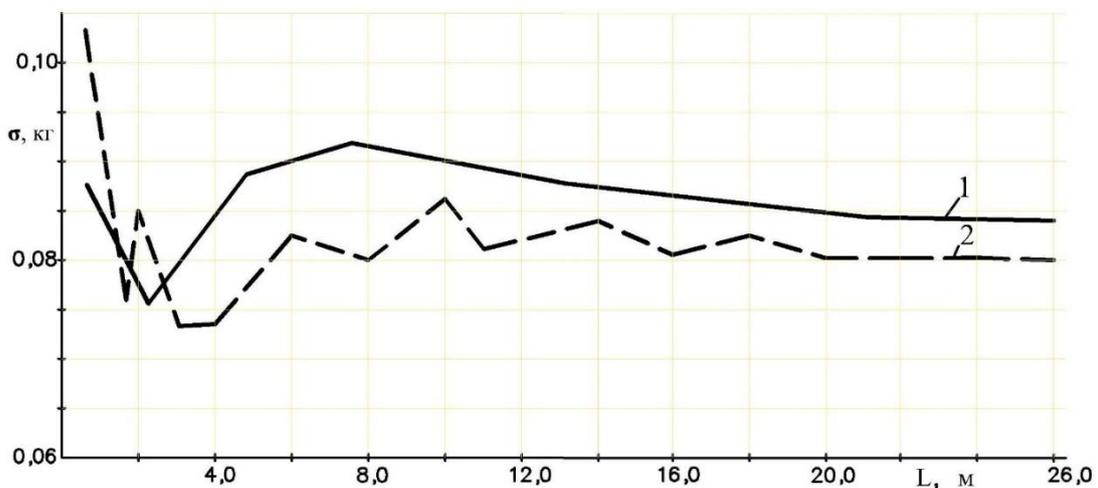


Рис. 2. Графики зависимости $\sigma_q = f(l)$ для определения интервала контроля расхода влагоудерживающего материала: 1 – катушечно-желобчатый высевальный аппарат; 2 – катушечно-штифтовый высевальный аппарат

Алгоритм формирования массива данных при контроле процесса $m_q(l)$ предполагает использование метода скользящего среднего. Сглаживание получаемого массива значений q_i случайного процесса $q(l)$ осуществляется заменой его N первоначальных (стартовых) значений средними величинами m_{qi} , вычисляемыми за интервал контроля L_{qi} . Затем интервал наблюдения сдвигается на один шаг дискретизации Δl . Стартовый объем массива обновляется согласно алгоритму по принципу вытеснения самого первого его значения и добавления к исходному массиву данных в виде следующего наблюдения q_i . Расчет средней повторяется и т.д. При этом интервал контроля L_q для определения средней остается неизменным. Таким образом через каждый отрезок пути Δl_i мы имеем среднее значение m_{qi} случайного процесса $q(l)$. При этом наравне с текущей используется информация о контролируемом процессе в прошлом. Таким образом, в каждый момент отчета полученный случайный процесс $m_q(l)$ определяется плотностью распределения вероятностей $f(m_q, l)$. Графическое представление контролируемого процесса показано на рисунке 3.

Существующие методы оценки качества работы дозирующих систем мобильных сельскохозяйственных машин устанавливают только ограничение на отклонение среднего значения расхода материала m_q от настроечного q_n . В связи с этим будем считать, что правильное функционирование дозирующей системы приспособления определяется следующим условием:

$$q_n - \Delta \leq m_q(l) \leq q_n + \Delta,$$

где Δ есть абсолютно симметричный допуск на настройки дозирующей системы.

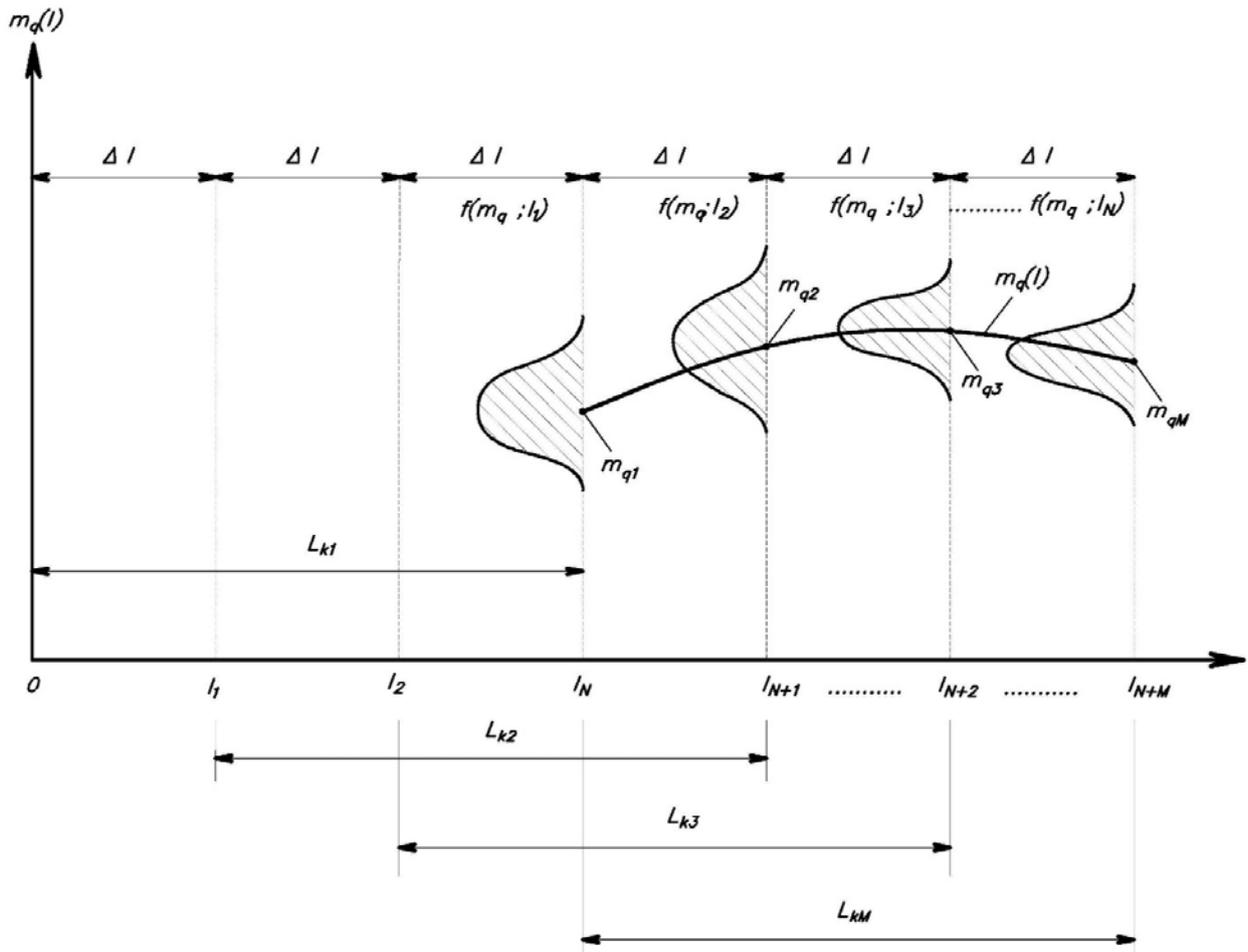


Рис. 3. Графическое представление методики оценки качества по скользящему среднему контролируемого процесса

В качестве критерия, характеризующего технологическую надежность дозирующей системы приспособления, принимаем показатель назначения, отражающий степень приспособленности её к выполнению поставленной задачи [10]. Для решаемой задачи таким критерием будет вероятность нахождения контролируемого процесса в поле допуска

$$P_{\Delta} = P\{q_n - \Delta \leq m_q(l) \leq q_n + \Delta\}, \text{ допустимый уровень которого } [P_{\Delta}] = 0,7 [8, 12].$$

Вычисление оценок P_{Δ} производится с использованием основных положений теории выбросов случайных процессов с шагом Δl за тот же интервал контроля L_{Δ} , что и $m_q(l)$, при этом каждое вычисленное значение $P_{\Delta i}$ сравнивается с P_{Δ} . При $P_{\Delta i} < [P_{\Delta}]$ оперативно выполняется поднастройка дозирующей системы приспособления.

Выводы. Использование предложенного метода оценки случайного процесса расхода материала в системе активного контроля качества функционирования дозирующего устройства приспособления для внесения влагоудерживающих материалов позволило повысить показатель P_{Δ} до 0,7-0,8.

Литература

1. **Калинин А.Б., Устроев А.А.** Теоретические предпосылки и практические приемы рациональной системы обработки почвы в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства: Теор. и науч.-практ. журн. ИАЭП. – Вып. 90. – СПб., 2016. – С. 70-78.
2. **Патент на РФ 2124824.** Культиватор-гребнеобразователь / Еникеев В.Г., Теплинский И.З., Калинин А.Б., Врублевский В.Д., опубл. 11.06.1996.
3. **Дыйканова М.Е., Ивашова О.Н., Левшин А.Г. и др.** Влияние концентрата глауконитовых песков на продуктивность картофеля // Картофель и овощи. – 2020. – № 3. – С. 12-15.
4. **Данилова Т.Н.** Влияние полимерного геля «Ритин-10» на водно-физические свойства почвы // Агрофизика. – 2013. – №2(10). – С. 38-43.
5. **Велецкий И.Н., Лысов А.К., Лепехин Н.С. и др.** Механизация защиты растений: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1992. – 223 с.
6. **Аниферов Ф.Е., Давидсон Е.И., Домарацкий П.И. и др.** Справочник по настройке и регулировке сельскохозяйственных машин. – Л.: Колос, 1980. – 256 с.
7. **Лурье А.Б.** Статистическая динамика сельскохозяйственных агрегатов. – М.: Колос, 1981. – 382 с.
8. **Смелик В.А.** Технологическая надежность сельскохозяйственных агрегатов и средств её обеспечения. – Ярославль, 1999. – 230 с.
9. **Постников Н.М., Беляев Е.А., Кан М.И.** Картофелепосадочные машины. М.: Машиностроение, 1981. – 229 с.
10. **Дружинин Г.В.** Методы оценки и прогнозирования качества. – М.: Радио и связь, 1982. – 160 с.
11. **Евланов Л.Г.** Контроль динамических систем. – М.: Наука, 1979. – 432 с.

Literatura

1. **Kalinin A.B., Ustroev A.A.** Teoreticheskie predposylki i prakticheskie priemy racional'noj sistemy obrabotki pochvy v tekhnologiyah vozdeleyvaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva: Teor. i nauch.-prakt. zhurn. IAEP. – Vyp. 90. – SPb., 2016. – S. 70-78.
2. **Patent na RF 2124824.** Kul'tivator-grebneobrazovatel' / Enikeev V.G., Teplinskij I.Z., Kalinin A.B., Vrublevskij V.D., opubl. 11.06.1996.
3. **Dyjkanova M.E., Ivashova O.N., Levshin A.G. i dr.** Vliyanie koncentrata glaukonitovyh peskov na produktivnost' kartofelya // Kartofel' i ovoshchi. – 2020. – № 3. – S. 12-15.
4. **Danilova T.N.** Vliyanie polimernogo gelya «Ritin-10» na vodno-fizicheskie svojstva pochvy // Agrofizika. – 2013. – №2(10). – S. 38-43.

5. **Veleckij I.N., Lysov A.K., Lepexhin N.S. i dr.** Mekhanizaciya zashchity rastenij: Spravochnik. – М.: Agropromizdat, 1992. – 223 s.
6. **Aniferov F.E., Davidson E.I., Domarackij P.I. i dr.** Spravochnik po nastrojke i regulirovke sel'skohozyajstvennyh mashin. – L.: Kolos, 1980. – 256 s.
7. **Lur'e A.B.** Statisticheskaya dinamika sel'skohozyajstvennyh agregatov. – М.: Kolos, 1981. – 382 s.
8. **Smelik V.A.** Tekhnologicheskaya nadezhnost' sel'skohozyajstvennyh agregatov i sredstv eyo obespecheniya. – YАroslav', 1999. – 230 s.
9. **Postnikov N.M., Belyaev E.A., Kan M.I.** Kartofeleposadochnye mashiny. – М.: Mashinostroenie, 1981. – 229 s.
10. **Druzhinin G.V.** Metody ocenki i prognozirovaniya kachestva. – М.: Radio i svyaz', 1982. – 160 s.
11. **Evlanov L.G.** Kontrol' dinamicheskikh sistem. – М.: Nauka, 1979. – 432 s.

УДК 636.085.622; 631.363.21

DOI 10.24411/2078-1318-2020-13124

Доктор техн. наук **М.С. ВОЛХОНОВ**

(ФГБОУ ВО Костромская ГСХА, vms72@mail.ru)

Канд. техн. наук **А.М. АБАЛИХИН**

(ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, anton-abalikhin@yandex.ru)

Ст. преподаватель **А.В. КРУПИН**

(ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА, krupinav37@mail.ru)

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Продуктивность животных, являющаяся определяющим фактором результативности отрасли, зависит не только от количества потребляемых животными кормов, но и от качества подготовки кормов к скармливанию. Одним из важнейших показателей качества является размер частиц корма. Различные виды сельскохозяйственных животных, и даже отдельные половозрастные группы животных одного вида, нуждаются в кормах, имеющих существенные различия по гранулометрическим характеристикам [1, 2]. Измельчение фуражного зерна – обязательная операция процесса приготовления кормов, и при этом самая энергоемкая – до 70% от энергозатрат на весь технологический процесс [3, 4].

Основными машинами для измельчения фуражного зерна являются молотковые дробилки, которые, несмотря на повсеместное распространение и ряд несомненных достоинств, обладают и существенными недостатками. К основным недостаткам относят высокий удельный расход энергии – до 10 кВт·ч/т и более, а также неравномерный фракционный состав измельченного материала с содержанием пылевидной фракции до 30% при тонком измельчении, и до 20% недоизмельченных и даже цельных зерен при грубом измельчении [5, 6].

Перспективным направлением развития технических средств для измельчения фуражного зерна, по мнению ряда исследователей [7, 8, 9, 10], является разработка и изучение закономерностей работы центробежных измельчителей, обеспечивающих получение размола с более выровненным фракционным составом при меньшем удельном расходе энергии. Основным недостатком центробежных измельчителей является снижение качества измельчения при увеличении подачи зерна в камеру измельчения по причине слабой продувки решета воздушным потоком, приводящей к многократному ударному воздействию, последующему переизмельчению зерна, а также к снижению производительности процесса.

Нами усовершенствована конструкция ротора, деки центробежного измельчителя фуражного зерна [10] и загрузочной горловины.

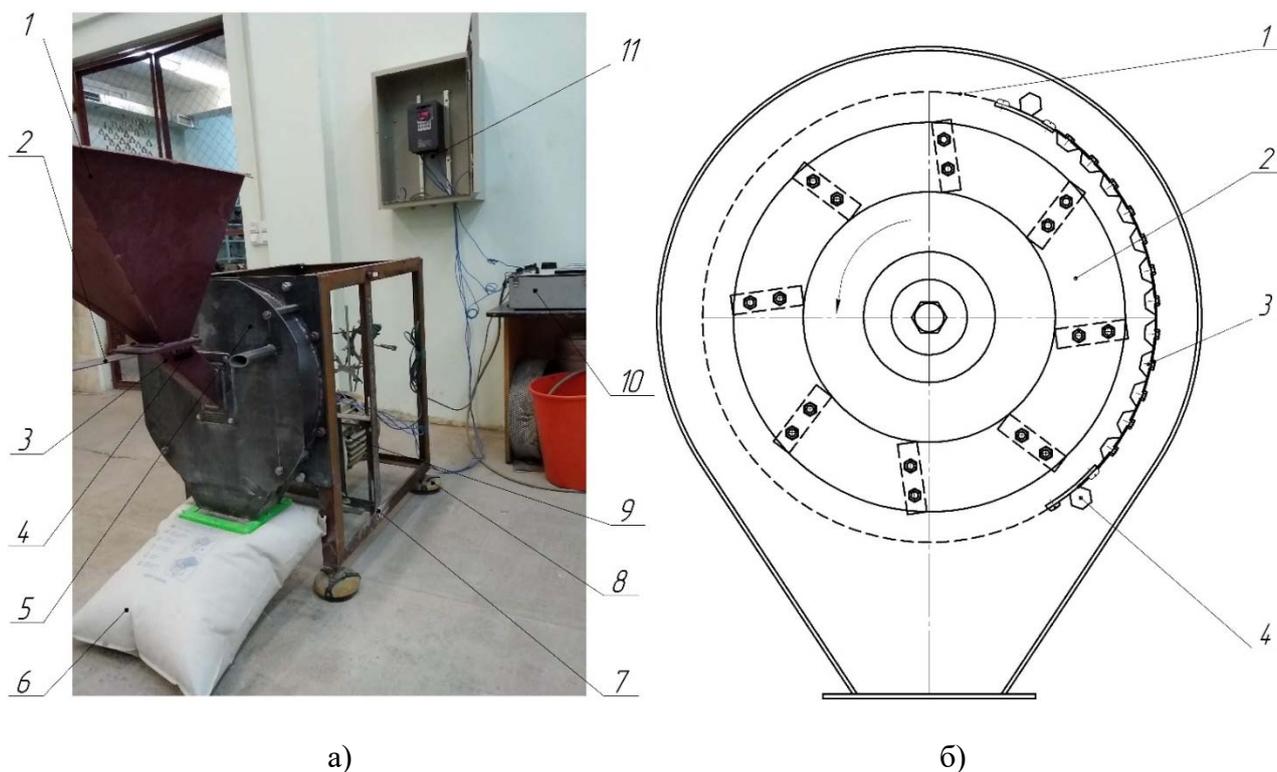
Целью исследования является определение эффективности работы нового центробежного измельчителя фуражного зерна на различных режимах его работы.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- изучить влияние основных технологических факторов на производительность и потребляемую мощность разработанного измельчителя зерна;
- определить режимы работы нового измельчителя по параметрам получаемой дерти и её соответствии зоотехническим требованиям для различных групп животных.

Материалы, методы и объекты исследований. Разработанный измельчитель [11] фуражного зерна содержит оперативный бункер 1 (рис. 1) с регулировочной заслонкой 2, перекрывающей выгрузное окно бункера, загрузочную горловину 3 с воздухозаборным отверстием 4, рабочую камеру 5, фильтр-мешок 6, станину 7 с виброопорами 8, привод 9. Привод включает в себя электродвигатель, клиноременную передачу и корпус подшипников, в котором вращается приводной вал ротора измельчителя. Подключение электродвигателя к сети 380 В осуществлено через измерительный комплект 10 и частотный регулятор 11. В рабочей камере располагаются решето 1 (рис. 2), ротор с радиальными лопатками 2, закрепленными под углом 10^0 по направлению вращения к радиусу ротора, и дека с отбойниками 3. Дека и решето крепятся к кронштейнам 4, при этом решето охватывает ротор на $2/3$ окружности, а оставшаяся $1/3$ приходится на деку.

Процесс измельчения зерна на разработанном измельчителе существенно отличается от процесса измельчения на широко распространенных молотковых дробилках. Основное отличие в том, что разрушение частиц осуществляется не ударом активного рабочего органа – вращающегося ротора, а в основном за счет удара движущихся частиц измельчаемого материала о пассивный рабочий орган – отбойник неподвижной деки. Лопатки вращающегося ротора нового измельчителя сообщают целым и частично измельченным зернам скорость вылета, необходимую для удара об отбойники деки, с силой, достаточной для разрушения.



а)

б)

Рис. 1. Измельчитель фуражного зерна

а) – измельчитель в лаборатории ФГБОУ ВО Ивановская ГСХА:

1-бункер оперативный; 2-заслонка регулировочная; 3-горловина загрузочная; 4-отверстие воздухозаборное;

5-камера рабочая; 6-фильтр-мешок; 7-станина; 8-виброопора; 9-привод; 10-комплект измерительный;

11-регулятор частотный; б) схема камеры измельчения: 1-решето; 2-ротор; 3-дека; 4-кронштейн

Эвакуация частиц измельченного материала из рабочей камеры осуществляется за счет потока воздуха, создаваемого вращающимся ротором, который засасывается через воздухозаборное отверстие в загрузочной горловине. Частицы, размер которых велик для прохода сквозь отверстия решета, вращаются в воздушно-продуктовом слое, повторно взаимодействуя с лопатками ротора и отбойниками деки до тех пор, пока не измельчатся до требуемой величины.

Как показывает анализ теоретических исследований и литературных источников, основными факторами, влияющими на производительность Q , степень измельчения λ , потребляемую мощность N , являются частота вращения ротора n , диаметр отверстий решета d , площадь выгрузного окна бункера F .

С целью определения влияния выделенных факторов на вышеперечисленные параметры был поставлен многофакторный эксперимент. Основной задачей было получение уравнений регрессии, дающих возможность оценить математические модели. При анализе было отдано предпочтение трехуровневым почти ротатбельным планам второго порядка Бокса – Бенкина как более экономичным по числу опытов, позволяющие получить минимальную дисперсию коэффициентов регрессии математической модели и получить независимые оценки этих коэффициентов.

Математические модели запишутся следующим образом:

$$Q = f(n, d, F). \quad (1)$$

$$N = f(n, d, F). \quad (2)$$

$$\lambda = f(n, d, F). \quad (3)$$

Уровни варьирования факторов и их кодированное обозначение представлены в таблице.

Таблица. Уровни варьирования факторов

| Фактор | Уровень варьирования | | |
|--|----------------------|---------|--------|
| | верхний | нулевой | нижний |
| Частота вращения ротора, n , мин ⁻¹ | 3500 | 3000 | 2500 |
| Диаметр отверстий решета, d , м | 0,008 | 0,006 | 0,004 |
| Площадь выгрузного окна бункера, F , м ² · 10 ⁻³ | 1,458 | 1,08 | 0,702 |

Значения факторов n и F выбраны на основании литературных данных, а также предварительных экспериментов и технических возможностей конструкции измельчителя, а для фактора d на основании технологических и зоотехнических требований к измельченному продукту.

Минимально необходимое количество повторений опытов определяли исходя из их надежности $R_d=0,95$ и относительной гарантийной ошибки $m_r^{отн}$, не превышающей 10%.

Обработку результатов экспериментов проводили с использованием пакета прикладных программ STATGRAPHICS plus на персональном компьютере.

При проведении опытов устанавливалось решето с отверстиями требуемого диаметра, порция зерна, подлежащая измельчению, взвешивалась на весах, регулировочная заслонка устанавливалась в определенное положение, обеспечивая необходимую площадь выгрузного окна бункера, запускался электродвигатель, и частотным регулятором устанавливалась требуемая частота вращения ротора, контроль которой осуществлялся электронным лазерным тахометром по метке на ведомом шкиве клиноременной передачи.

Зерно из оперативного бункера самотеком поступало в рабочую камеру, измельчалось, полученная дерть, пройдя сквозь отверстия решета и выгрузную горловину, накапливалась в фильтр-мешке, сквозь ткань которого свободно выходил воздух. Производительность

измельчителя определялась методом отсечек, при этом секундомером замерялась продолжительность измельчения порции зерна, массу которой определяли на весах.

Дерть высыпалась из фильтр-мешка для отбора пробы массой 100 г и ее отсева на ситах с диаметром отверстий 5; 3; 2; 1; 0,5; 0,25 мм. Сход с каждого сита взвешивался на весах. По результатам ситового анализа определялись средний размер частиц полученной дерти и степень измельчения зерна.

Для определения потребляемой мощности использовался измерительный комплект К-505.

Эффективность работы измельчителя определяли с учетом достигнутой степени измельчения по зависимости

$$E = \frac{N}{Q \cdot \lambda}, \quad (4)$$

где E – удельная энергоёмкость с учетом достигнутой степени измельчения, кВт · ч / (т · ед.ст.изм.).

Результаты исследований. Проведенный многофакторный регрессионный анализ по определению влияния частоты вращения ротора n , диаметра отверстий решета d , площади выгрузного окна бункера F на производительность измельчителя Q позволил получить значимую на 95 % уровне математическую модель:

$$Q = -4711,75 - 75,14 \cdot d^2 - 473,10 \cdot F^2 + 434,85 \cdot n + 1055,87 \cdot d + 1037,93 \cdot F + 105,14 \cdot d \cdot F - 23,98 \cdot d \cdot n. \quad (5)$$

Из дисперсионного анализа уравнения регрессии следует, что модель информационно способна, так как коэффициент детерминации параметра Q составляет 98,60%.

Наименьшая производительность измельчителя – 100–543 кг/ч (рис.2) наблюдается при использовании решета с диаметром отверстий 4 мм. Это объясняется тем, что для измельчения зерна до частиц, размер которых достаточен для прохода сквозь отверстия решета, требуется большее количество ударов зерновки о деку и, следовательно, времени на её измельчение, чем при использовании решет с большим диаметром. Поэтому при использовании решета с диаметром отверстий 4 мм рекомендуется открывать регулировочную заслонку бункера не более чем на среднее положение – $F = 1,08 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$, для исключения «завала» рабочей камеры зерном и перегрузки электродвигателя.

Увеличение диаметра отверстий решета от 4 до 8 мм приводит к существенному увеличению производительности измельчителя. При увеличении частоты вращения ротора производительность измельчителя возрастает, так как возрастает скорость вылета частиц с лопаток ротора, а, следовательно, и сила удара зерна об отбойники деки, повышается частота соударений частиц с отбойниками, скорость движения смеси, что способствует более быстрому получению измельченных частиц нужного размера.

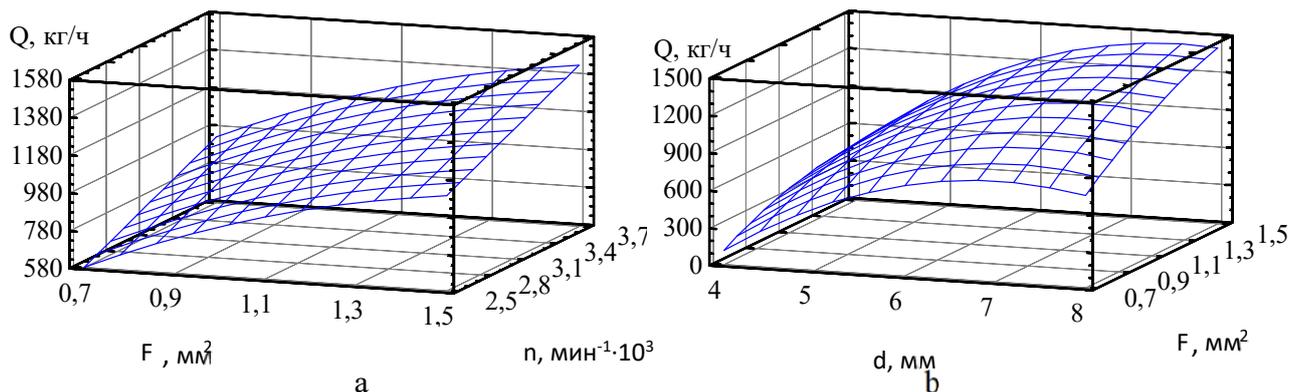


Рис. 2. Зависимость производительности измельчителя: а - от площади выгрузного окна бункера и частоты вращения ротора; б – от диаметра отверстий решета и площади выгрузного окна бункера

Максимальная производительность измельчителя – 1422 кг/ч достигается при использовании решета с диаметром отверстий 6 мм, максимальной частоте вращения ротора и полностью открытой регулировочной заслонке выгрузного бункера.

Проведенный многофакторный регрессионный анализ по определению влияния частоты вращения ротора n , диаметра отверстий решета d , площади выгрузного окна бункера F на потребляемую мощность N позволил получить математическую модель:

$$N = 5122,51 - 25,79 \cdot d^2 - 2524,4 \cdot F^2 - 1037,76 \cdot n - 621,13 \cdot d + 5902,15 \cdot F + 165,62 \cdot d \cdot F + 205,79 \cdot d \cdot n. \quad (6)$$

Из дисперсионного анализа уравнения регрессии следует, что модель информационно способна, так как коэффициент детерминации параметра N достаточно велик и составляет 97,37%. Модель значима, существует статистически значимое отношение между переменными на уровне 95%.

Потребляемая мощность в эксперименте изменялась от минимального значения 4100 Вт – при диаметре отверстий решета 8 мм, минимальной подаче и частоте вращения ротора 3000 мин^{-1} до 5868 Вт – при диаметре отверстий решета 4 мм, максимальной подаче и частоте вращения ротора 3000 мин^{-1} (рис. 3).

Увеличение частоты вращения ротора приводит к увеличению потребляемой мощности, поскольку возрастает интенсивность циркуляции материала в рабочей камере и производительность измельчителя.

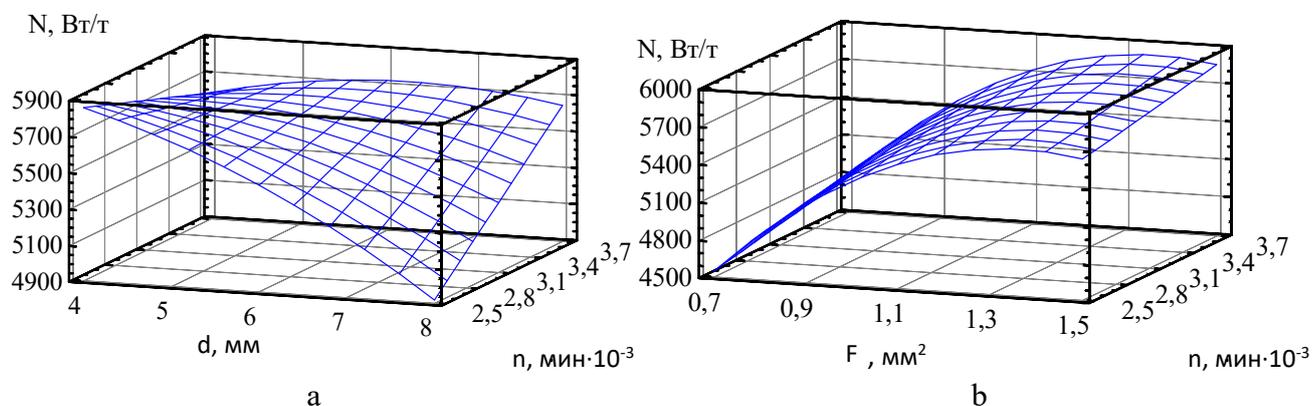


Рис. 3. Зависимость потребляемой мощности: а - от диаметра отверстий решета и частоты вращения ротора; б – от площади выгрузного окна бункера и диаметра отверстий решета

При увеличении диаметра отверстий используемого решета потребляемая мощность уменьшается, так как требуется меньшая кратность циркуляции материала в рабочей камере для измельчения частиц до размера, при котором обеспечивается их проход сквозь отверстия решета. Меньшие значения потребляемой мощности наблюдаются при минимальной подаче зерна, когда площадь выгрузного окна бункера составляет $0,702 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ для всех исследуемых решет.

Проведенный многофакторный регрессионный анализ по определению влияния выделенных факторов на степень измельчения λ позволил получить математическую модель:

$$\lambda = -1,10 - 0,056 \cdot d^2 - 0,85 \cdot F^2 - 0,58 \cdot n + 0,92 \cdot d + 2,162 \cdot F - 0,02 \cdot d \cdot F + 0,02 \cdot d \cdot n. \quad (7)$$

Полученная модель информационно способна, так как коэффициент детерминации λ составляет 98,60%. Модель значима, существует статистически значимое отношение между переменными на уровне 95%.

Наибольшее влияние на степень измельчителя оказывают диаметр отверстий решет и частота вращения ротора.

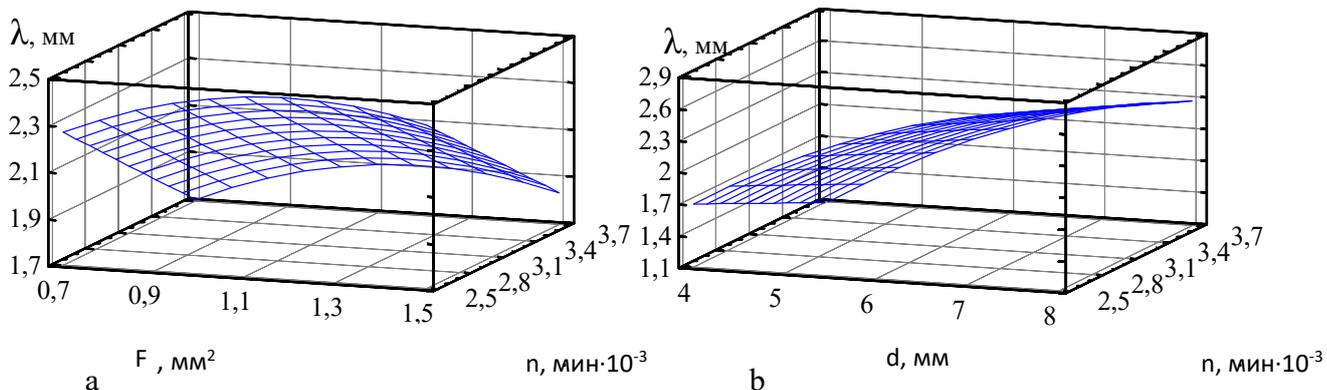


Рис. 4. Зависимость степени измельчения: а – от площади выгрузного окна бункера и частоты вращения ротора; б – от диаметра отверстий решета и частоты вращения ротора

Большие значения степени измельчения наблюдаются при использовании решета с диаметром отверстий 4 мм, максимальное значение – 3,205 достигается при минимальной площади выгрузного окна бункера и частоте вращения ротора 3000 мин^{-1} (рис. 4).

При использовании решета с диаметром отверстий 6 мм максимальная степень измельчения – 2,2199 достигается при минимальной подаче и максимальной частоте вращения ротора, при этом производительность измельчителя составляет 797 кг/ч. При максимальной частоте вращения ротора и максимальной подаче зерна производительность измельчителя составляет 1422 кг/ч, достигнутая степень измельчения на 8,7% ниже и составляет 2,0278.

Минимальное значение степени измельчения – 1,4252 получено при использовании решета с диаметром отверстий 8 мм и при минимальной частоте вращения ротора.

При проведении эксперимента удельная энергоёмкость с учетом достигнутой степени измельчения изменялась в широких пределах в зависимости от величины варьируемых факторов. Минимальные значения удельной энергоёмкости для каждого решета составили: 4,2542 $\text{кВт} \cdot \text{ч}/(\text{т} \cdot \text{ед.ст.изм.})$ – при использовании решета с диаметром отверстий 4 мм; 1,9887 $\text{кВт} \cdot \text{ч}/(\text{т} \cdot \text{ед.ст.изм.})$ – при использовании решета с диаметром отверстий 6 мм; 2,4877 $\text{кВт} \cdot \text{ч}/(\text{т} \cdot \text{ед.ст.изм.})$ – при использовании решета с диаметром отверстий 8 мм.

Выводы. Все варьируемые факторы оказывают существенное влияние на производительность, потребляемую мощность и степень измельчения зерна и их необходимо учитывать при настройке измельчителя.

Определены следующие основные режимы работы разработанного измельчителя.

Частота вращения ротора 3500 мин^{-1} , решето с диаметром отверстий 4 мм, площадь выгрузного окна бункера $0,702 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. В этом режиме достигается максимальная степень измельчения зерна – 3,205, средний размер частиц дерти – 1,24 мм, производительность 410 кг/ч, удельная энергоёмкость с учетом достигнутой степени измельчения – $4,2542 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{т} \cdot \text{ед.ст.изм.})$. Полученная дерть соответствует зоотехническим требованиям для свиноматок, хряков и свиней на откорме, так как требуемый размер частиц 1–1,4 мм [1].

Частота вращения ротора 3500 мин^{-1} , решето с диаметром отверстий 6 мм, площадь выгрузного окна бункера $1,458 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$. В этом режиме достигается максимально возможная производительность измельчителя – 1422 кг/ч, степень измельчения составляет 2,0278, удельная энергоёмкость с учетом достигнутой степени измельчения – $1,9887 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{т} \cdot \text{ед.ст.изм.})$. Получаемая дерть со средним размером частиц 1,98 мм соответствует зоотехническим требованиям для КРС – требуемый размер 1,5–3 мм.

При использовании решета с диаметром отверстий 8 мм с площадью выгрузного окна бункера $1,458 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$ при частоте вращения ротора 3000 мин^{-1} достигается производительность измельчителя 1385 кг/ч, средний размер частиц дерти 2,45 мм, что также соответствует зоотехническим требованиям для КРС, однако удельная энергоёмкость с учетом достигнутой степени измельчения составляет $2,4877 \text{ кВт} \cdot \text{ч}/(\text{т} \cdot \text{ед.ст.изм.})$, что выше в 1,25 раза по сравнению с предыдущим режимом.

Литература

1. **Макарцев Н.Г.** Кормление сельскохозяйственных животных. – Калуга: ГУП «Облиздат», 1999. – 646 с.
2. **Савиных П.А., Палицын А.В., Иванов И.И.** Исследование измельчителя фуражного зерна роторно-центробежного типа с различными рабочими органами // Молочнохозяйственный вестник. – 2017. – № 2(26). – С. 119-129.
3. **Лебедев А.Т., Валуев Н.В., Искендеров Р.Р.** Экспериментально теоретические подходы к оценке эффективности процесса измельчения зерновых материалов // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – № 2 (14). – С. 61-64.
4. **Максимов М.М., Дугин П.И., Голубева А.И., Шаталов М.П., Смелик В.А. и др.** Планирование, экономика и организация производства на предприятиях АПК (нормативно-справочные материалы) / под ред. М.М. Максимова. – Ярославль, 2004. – 468 с.
5. **Шагдыров И.Б., Балданов М.Б., Петина Н.Р., Шагдыров Б.И.** Анализ конструктивно-режимных и технологических параметров многоступенчатой дробилки фуражного зерна по степени измельчения // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2015. – № 3 (40). – С. 95-99.
6. **Булатов С.Ю., Нечаев В.Н., Шамин А.Е.** Результаты оценки качества измельчения зерновых дробилкой ДЗМ-6 // Вестник НГИЭИ. – 2020. – № 3 (106). – С. 21-36.
7. **Нанка О.В.** Способы механического воздействия при измельчении фуражного зерна и их энергетическая оценка // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – № 1 (1). – С. 204-209.
8. **Абалихин А.М., Крупин А.В., Кувшинов В.В.** Центробежный измельчитель фуражного зерна // Сельский механизатор. – 2019. – № 1. – С. 24-25.
9. **Крупин А.В., Абалихин А.М.** Перспективный измельчитель для фуражного зерна // Качественный рост российского агропромышленного комплекса: возможности, проблемы и перспективы: материалы деловой программы XXVII международной агропромышленной выставки «Агрорусь-2018». – СПб: СПбГАУ, 2018. – С. 318.

10. **Савиных П.А., Исупов А.Ю., Иванов И.И.** Результаты исследований центробежно-роторного измельчителя зерна // Вестник НГИЭИ. – 2019. – № 8 (99). – С. 18-33.
11. **Патент РФ 189365, В02С 13/00.** Центробежный измельчитель / А.М. Абалихин, А.В. Крупин, Т.А. Жукова, Е.А. Долгова; опубл. 21.05.19. Бюл. № 15.

Literatura

1. **Makarcev N.G.** Kormlenie sel'skokozyajstvennyh zhivotnyh. – Kaluga: GUP «Oblizdat», 1999. – 646 s.
2. **Savinyh P.A., Palicyn A.V., Ivanov I.I.** Issledovanie izmel'chatelya furazhnogo zerna rotorno-centrobezhnogo tipa s razlichnymi rabochimi organami // Molochnokozyajstvennyj vestnik. – 2017. – № 2(26). – S. 119-129.
3. **Lebedev A.T., Valuev N.V., Iskenderov R.R.** Eksperimental'no teoreticheskie podhody k ocenke effektivnosti processa izmel'cheniya zernovyh materialov // Vestnik APK Stavropol'ya. – 2014. – № 2 (14). – S. 61-64.
4. **Maksimov M.M., Dugin P.I., Golubeva A.I., SHatalov M.P., Smelik V.A. i dr.** Planirovanie, ekonomika i organizaciya proizvodstva na predpriyatiyah APK (normativno-spravochnye materialy) / pod red. M.M. Maksimova. – YAroslavl', 2004. – 468 s.
5. **SHagdyrov I.B., Baldanov M.B., Petinova N.R., SHagdyrov B.I.** Analiz konstruktivno-rezhimnyh i tekhnologicheskikh parametrov mnogostupenchatoj drobilki furazhnogo zerna po stepeni izmel'cheniya // Vestnik Buryatskoj gosudarstvennoj sel'skokozyajstvennoj akademii im. V.R. Filippova. – 2015. – № 3 (40). – S. 95-99.
6. **Bulatov S.YU., Nechaev V.N., SHamin A.E.** Rezul'taty ocenki kachestva izmel'cheniya zernovyh drobilkoj DZM-6 // Vestnik NGIEI. – 2020. – № 3 (106). – S. 21-36.
7. **Nanka O.V.** Sposoby mekhanicheskogo vozdejstviya pri izmel'chenii furazhnogo zerna i ih energeticheskaya ocenka // Agrotekhnika i energoobespechenie. – 2014. – № 1 (1). – S. 204-209.
8. **Abalihin A.M., Krupin A.V., Kuvshinov V.V.** Centrobezhnyj izmel'chitel' furazhnogo zerna // Sel'skij mekhanizator. – 2019. – № 1. – S. 24-25.
9. **Krupin A.V., Abalihin A.M.** Perspektivnyj izmel'chitel' dlya furazhnogo zerna // Kachestvennyj rost rossijskogo agropromyshlennogo kompleksa: vozmozhnosti, problemy i perspektivy: materialy delovoj programmy XXVII mezhdunarodnoj agropromyshlennoj vystavki «Agrorus'-2018». – SPb: SPbGAU, 2018. – S. 318.
10. **Savinyh P.A., Isupov A.YU., Ivanov I.I.** Rezul'taty issledovaniy centrobezhno-rotornogo izmel'chatelya zerna // Vestnik NGIEI. – 2019. – № 8 (99). – S. 18-33.
11. **Patent RF 189365, В02С 13/00.** Centrobezhnyj izmel'chitel' / А.М. Абалихин, А.В. Крупин, Т.А. ЗHукова, Е.А. Долгова; опубл. 21.05.19. Бюл. № 15.

С. 9

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РАЗНЫХ СОРТОВ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО
ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА КОРМОВЫЕ И СЕМЕННЫЕ ЦЕЛИ****Доктор сельскохозяйственных наук Н.А. ДОНСКИХ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: nina-donskikh@mail.ru)

Доктор сельскохозяйственных наук А.Г. МИХАЙЛОВА

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: almihail@mail.ru)

Аспирант М.Г. ПИВЕНЬ(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: m-frolova91@yandex.ru)
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Ключевые слова: бобовые виды, сорта, урожайность, ботанический состав, полевая всхожесть, фазы вегетации

Использование при создании фуражных посевов высокопродуктивных сортов многолетних трав позволяет без дополнительных затрат резко увеличить урожайность и качество кормового сырья. Однако в условиях Ленинградской области вопрос товарного семеноводства многолетних трав и особенно бобовых видов стоит очень остро. Восполнить дефицит семян за счет импортных – это очень большой риск для сельскохозяйственных товаропроизводителей, так как они не адаптированы к местным почвенно-климатическим условиям и не всегда проходят оценку в системе Госкомиссии.

Целью исследований, проводимых в 2018-2019 годах на дерново-подзолистой почве Ленинградской области, являлась сравнительная оценка наиболее перспективных сортов самого распространенного бобового вида клевера лугового при использовании их на кормовые и семенные цели. Кормовую оценку урожайности осуществляли при двуукосном режиме использования в одновидовом и смешанном посеве, а на семенные цели учитывали только одновидовые посевы.

В результате двух лет изучения по кормовой продуктивности выделился сорт Дымковский, обеспечивший 11,1 т/га сухой массы в одновидовом посеве и 15,4 т/га совместно с тимopheевкой луговой, а при выращивании на семена – сорт Седум с урожайностью 370 кг/га семян, что существенно превышает урожайность других изучаемых сортов.

Использование изучаемых сортов отечественной селекции клевера лугового обеспечивает формирование высокопродуктивных травостоев как на кормовые цели, так и для получения семян.

Р. 9

**COMPARATIVE EVALUATION OF DIFFERENT VARIETIES OF MEADOW CLOVER WHEN
CULTIVATION FOR FODDER AND SEED PURPOSES****Doctor of Agricultural Sciences N.A. DONSKIKH**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: nina-donskikh@mail.ru)

Doctor of Agricultural Sciences A.G. MIKHAILOVA

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: almihail@mail.ru)

Postgraduate Student M.G. PIVEN(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: m-frolova91@yandex.ru)
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Keywords: leguminous species, varieties, yield, botanical composition, field germination, vegetation phases

The use of highly productive varieties of perennial grasses in the creation of forage crops makes it possible to dramatically increase the yield and quality of feed raw materials without additional costs. However, in the conditions of the Leningrad region, the issue of commercial seed production of perennial grasses and especially legumes is very acute. Replenishing the shortage of seeds with imported seeds is a very serious risk for agricultural producers, since they are not adapted to local soil and climatic conditions and are not always evaluated by the State Commission.

The aim of the studies carried out in 2018-2019 on the soddy-podzolic soil of the Leningrad Region was a comparative assessment of the most promising varieties of the most common legume of meadow clover when used for forage and seed purposes. The fodder yield assessment was carried out with a two-mowing mode of use in single-species and mixed sowing, and for seed purposes only single-species crops were taken into account.

As a result of two years study on fodder productivity, the variety Dymkovsky was distinguished, providing 11.1 t / ha of dry weight in single-species sowing and 15.4 t / ha together with timothy grass, and when grown for seeds – variety Sedum with a yield of 370 kg / ha seeds, which significantly exceeds the yield of other studied varieties.

The use of the studied varieties of domestic selection of meadow clover provides the formation of highly productive herbage for both forage purposes and for obtaining seeds.

C. 16

ПРОДУКТИВНОСТЬ СОРТОВ ЛЮЦЕРНЫ ИЗМЕНЧИВОЙ И СИНЕЙ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

Доктор сельскохозяйственных наук **А.М. СПИРИДОНОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»,
e-mail: anatolij-spiridonov@yandex.ru)

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Кандидат сельскохозяйственных наук **А.М. МАЗИН**

(НФЦ лубяных культур, лаборатория агротехнологий, e-mail: a.mazin.psk@fncl.ru)

160055, Российская Федерация, Псковская область, Псковский район, пос. Родина, ул. Мира, 1

Ключевые слова: люцерна изменчивая, люцерна синяя, сорта, продуктивность зеленой и сухой массы

Люцерна изменчивая является одним из основных многолетних бобовых растений, широко используемых в производственных условиях как источников насыщения кормов энергией и питательными веществами, а также обогащения почвы биологическим азотом. В целях повышения эффективности растениеводства и земледелия необходимо расширять посевы с многолетними бобовыми травами в производстве. Основной проблемой увеличения площадей посева многолетних бобовых трав в производственных условиях Северо-Запада России является отсутствие адаптированных для условий региона сортов, недостаточная изученность потенциала инорайонированных сортов как потенциально возможных к использованию в травосмесях со злаками на Северо-Западе РФ, а также нестабильное обеспечение предприятий семенами этих культур. В связи с этим была поставлена цель – изучить адаптивный потенциал широкого арсенала сортов люцерны изменчивой различной селекции и различного эколого-географического происхождения. В полевых опытах в разное время и в различных эколого-географических условиях Северо-Западного региона изучено влияние сортового разнообразия на продуктивность зеленой и сухой массы растений люцерны разных видов и разных сортов. Установлено, что природно-климатические условия Северо-Запада РФ позволяют реализовать генетический потенциал продуктивности сортов отечественной и иностранной селекции, как районированных, так новых и перспективных.

P. 16

**PRODUCTIVITY OF VARIABLE AND BLUE ALFALFA VARIETIES
IN THE NORTH-WEST OF RUSSIA**Doctor of Agricultural Sciences **A.M. SPIRIDONOV**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: anatoij-spiridonov@yandex.ru)
196601, Russia, Saint Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe shosse, 2Candidate of Agricultural Sciences **A.M. MAZIN**(NFC of bast crops, laboratory of agricultural technologies, e-mail: a.mazin.psk@fncl.ru)
160055, Russian Federation, Pskov region, Pskov district, village Rodina, 1 Mira street*Keywords: variable alfalfa, blue alfalfa, varieties, productivity of green and dry mass*

Variable alfalfa is one of the main perennial legumes that are widely used in production conditions as sources of feed saturation with energy and nutrients, as well as soil enrichment with biological nitrogen. In order to increase the efficiency of crop production and agriculture, it is necessary to expand crops with perennial legumes in production. The main problem increase the area of planting perennial grasses in the production environment of the North-West of Russia is the lack of adapted to regional conditions varieties, insufficient knowledge of potential engineering varieties as a potential for use in mixtures with grasses on the North-West of Russia, as well as unstable supplies of seeds of these crops. In this regard, the goal was to study the adaptive potential of a wide Arsenal of varieties of alfalfa of varying selection and different ecological and geographical origin. In field experiments at different times and in different ecological and geographical conditions of the North-Western region, the influence of varietal diversity on the productivity of green and dry mass of alfalfa plants of different types and varieties was studied. It is established that the natural and climatic conditions of the North-West of the Russian Federation allow realizing the genetic potential of productivity of varieties of domestic and foreign selection, both zoned and new and promising.

C. 22

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОЙ ПОДКОРМКИ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КЛЕВЕРА
ЛУГОВОГО В УСЛОВИЯХ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИ**Научный сотрудник **Г.В. ПОПОВА**

(Костромской научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», e-mail: kniish.dir@mail.ru)

Старший научный сотрудник **В.М. ПЕРЬКОВ**

(Костромской научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», e-mail: kniish.dir@mail.ru)

156543, Российская Федерация, Костромская обл., Костромской район, с. Минское, ул. Кукалевского, д. 18

Ключевые слова: клевер, удобрение, Аквамикс, зеленая масса, урожайность, качество

Вопрос выявления низкзатратных и эффективных приемов повышения продуктивности и качества зеленой массы клевера лугового является актуальным в условиях сложного экономического положения сельскохозяйственных предприятий Костромской области. Целью исследований, проводимых в 2018–2019 гг. на дерново-подзолистом легком суглинке Костромской области, являлось изучение влияния разных доз минеральных удобрений и различных способов предпосевной обработки семян клевера лугового сорта Солигаличский местный (оригинатор – ФГБНУ «Костромской НИИСХ») на урожайность и качество зеленой массы в условиях области. В результате проведенных полевых опытов выявлено, что наиболее эффективным является вариант подкормки растений низкой дозой (Р₃₀К₃₀) фосфорно-калийных удобрений в начале 2-го года жизни с предпосевной обработкой семян водорастворимым микроэлементным комплексом Аквамикс-Т. Это сочетание способствует увеличению урожайности зеленой массы на 133%, доли сухого вещества – на

38%, содержания в зеленой массе кормовых единиц – на 47%, обменной энергии – на 10%, сырого протеина – на 24%; а также влияет на снижение содержания сырой клетчатки на 6% по сравнению с контрольным вариантом. Включение в подкормку азота и увеличение доли фосфора и калия до дозы $N_{30}P_{45}K_{90}$ приводят к незначительному снижению урожайности зеленой массы. Предпосевная обработка семян комплексом Аквамикс-Т повысила зимостойкость растений на 18% и составила 92%. Внесение полной дозы минеральных удобрений под клевер без предпосевной обработки семян нецелесообразно, так как растения неспособны использовать дополнительную дозу основных элементов питания без доступных микроэлементов.

P. 22

EFFICIENCY OF COMPLEX FEEDING FOR CULTIVATION OF MEADOW CLOVER IN CONDITIONS OF KOSTROMA REGION

Researcher **G.V. POPOVA**

(Kostroma Research Institute of Agriculture-branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution
«Federal Research Center of Potatoes named after A.G. Lorkh», e-mail: kniish.dir@mail.ru)

Senior Researcher **V.M. PER'KOV**

(Kostroma Research Institute of Agriculture-branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution
«Federal Research Center of Potatoes named after A.G. Lorkh», e-mail: kniish.dir@mail.ru)
156543, Russian Federation, Kostroma region, Kostroma district, with. Minsk, st. Kukolevsky, 18

Keywords: clover, fertilizer, Aquamix, green mass, yield, quality

The issue of identifying low-cost and effective methods for increasing the productivity and quality of green mass of meadow clover is relevant in the difficult economic situation of agricultural enterprises in the Kostroma region. The aim of the research conducted in 2018–2019 on sod-podzolic light loam of the Kostroma region, was the study of the effect of different doses of mineral fertilizers and various methods of pre-sowing treatment of seeds of clover meadow variety Soligalichsky local (originator - FGBNU "Kostroma Research Institute of Agriculture") on the yield and quality of green mass in the region. As a result of the conducted field experiments, it was revealed that the most effective option is feeding plants with a low dose (P30K30) of phosphorus-potassium fertilizers at the beginning of the 2nd year of life with pre-sowing seed treatment with a water-soluble microelement complex Aquamix-T. This combination helps to increase the yield of green mass by 133%, the share of dry matter - by 38%, the content of feed units in the green mass - by 47%, metabolizable energy - by 10%, crude protein - by 24%; and also affects a decrease in the content of crude fiber by 6% compared to the control option. The inclusion of nitrogen in top dressing and an increase in the proportion of phosphorus and potassium up to a dose of $N_{30}P_{45}K_{90}$ lead to a slight decrease in the yield of green mass. Presowing seed treatment with the Aquamix-T complex increased the winter hardiness of plants by 18% and amounted to 92%. The introduction of a full dose of mineral fertilizers for clover without pre-sowing seed treatment is impractical, since plants are unable to use an additional dose of basic nutrients without available microelements.

C. 27

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ УБОРКИ НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАЗЛИЧНЫХ СОРТОВ ЦИКОРИЯ САЛАТНОГО (*CICHORIUM INTYBUS L. VAR. FOLIOSUM*)

Заведующая лабораторией **Т.А. ЛАВРИЩЕВА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: ta.lavrishcheva@yandex.ru)

Доктор сельскохозяйственных наук **Г.С. ОСИПОВА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: prof.osipova@mail.ru)
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское ш., д. 2

Ключевые слова: цикорий салатный, витлуф, выгоночные корнеплоды, кочанчики, биохимический состав

В трёхлетнем опыте в плёночной теплице проведено изучение влияния продолжительности выращивания цикория салатного витлуфа на динамику изменения биохимического состава растений. Исследования проводили на примере пяти сортов цикория салатного: Конус, Ракета, Native, Veneta, Viproda. Продолжительность вегетации растений витлуфа (с момента массовых всходов до уборки) составила в 2014 году – 117 дней, в 2015 году – 106 дней, в 2016 году – 98 дней. Выявлена чёткая взаимосвязь между продолжительностью выращивания салатного цикория и биохимическим составом растений. Чем дольше длилась вегетация, тем больше растения накапливали сахаров и нитратов. После выгонки содержание сахаров в корнеплодах снизилось в результате их оттока в выгоночные кочанчики. Накопление сахаров в кочанчиках зависело от их исходного содержания в корнеплодах. Чем больше было исходное содержание сахаров в корнеплодах, тем больше их накапливалось в кочанчиках. Коэффициент корреляции составил $r=0,75$. Наибольшее содержание общего хлорофилла в листьях цикория салатного наблюдалось при наибольшей продолжительности вегетации. Выгонка витлуфа в тёмном помещении оказала влияние на содержание пигментов в кочанчиках. В зависимости от года исследований и сорта содержание общего хлорофилла было в 10-91 раз меньше, чем в листьях цикория салатного. В составе хлорофиллов преобладал хлорофилл а. Содержание каротиноидов в кочанчиках было в 3-42 раза ниже, чем в листьях.

P. 27

INFLUENCE OF HARVESTING TIME ON THE BIOCHEMICAL COMPOSITION OF DIFFERENT VARIETIES OF *CICHORIUM INTYBUS L. VAR. FOLIOSUM*

Head of Laboratory **T.A. LAVRISHCHEVA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Saint-Petersburg state Agrarian University», e-mail: ta.lavrishcheva@yandex.ru)

Doctor of Agricultural Sciences **G.S. OSIPOVA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: prof.osipova@mail.ru)
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Keywords: chicory, witlof, root vegetables, heads, biochemic composition

In a three-year experiment in a greenhouse, the influence of the duration of growing chicory on the dynamics of changes in biometric indicators of plants was studied. Research was conducted on the example of five varieties of chicory: Conus, Raketa, Hative, Veneta, Viproda. The duration of vegetation of vitluf plants (from the moment of mass shoots to harvesting) was 117 days in 2014, 106 days in 2015, and 98 days in 2016. A clear relationship between the duration of cultivation of lettuce chicory and the biochemical composition of plants was revealed. The longer the vegetation lasted, the more plants accumulated sugars and nitrates. After distillation, the sugar content in root crops decreased as a result of their outflow to the pasture heads. The accumulation of sugars in the heads depended on their initial content in the root crops. The higher the initial sugar content in the root crops, the more they accumulated in the heads. The correlation coefficient was $r=0.75$. The highest content of total chlorophyll in the leaves of lettuce chicory was observed during the longest vegetation period. Distillation of vitluf in a dark room had an impact on the content of pigments in the heads. Depending on the year of research and the variety, the total chlorophyll content was 10-91 times less than in the leaves of chicory lettuce. The composition of chlorophylls was dominated by chlorophyll a. The content of carotenoids in the heads was 3-42 times lower than in the leaves.

С. 36

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ СОРТА ЛЬНА-ДОЛГУНЦА ДЛЯ КОСТРОМСКОЙ ОБЛАСТИСтарший научный сотрудник **С.А. КРУГЛОВА**

(Костромской научно-исследовательский институт сельского хозяйства-филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», e-mail: svetiksvetiky@mail.ru)

Техник **Р.П. ЗОЛотова**

(Костромской научно-исследовательский институт сельского хозяйства-филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», e-mail: kniish.dir@mail.ru)

156543, Российская Федерация, Костромская область, Костромской район, с. Минское, ул. Куколевского, д.18

Ключевые слова: лен-долгунец, перспективные сорта, почвенно-климатические условия

В статье представлены результаты исследования по изучению особенностей развития и продуктивности новых сортов льна-долгунца псковской, томской селекции ВНИИЛ для почвенно-климатических условий Костромской области. Исследования по сортоиспытанию проводили на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве опытного поля ФГБНУ «Костромской НИИСХ» в 2016-2018 гг. В результате проведенных исследований выявлено, что продолжительность вегетационного периода зависит от погодных условий и при влажной сырой погоде увеличивается до 87-95 дней. В среднем за годы исследований наибольшая урожайность соломки и семян получены у сортов Томич, Тонус и Квартет – 47,8 ц/га, 49,1 и 53,7 ц/га, и 9,4 ц/га, 10,0 и 10,2 ц/га соответственно. Сорта Тверской и Памяти Крепкова в различных погодных условиях формировали достаточно выровненное значение по урожайности соломки (31,8-52,7 ц/га) и семян (6,3-8,6 ц/га). Сорта Квартет, Тонус, Томич отличались большим варьированием этих показателей: 28,6-79,9 ц/га – урожайность соломки и 7,7-11,4 ц/га – урожайность семян. Решающее влияние на размер урожайности и качества волокна оказали тепло- и влагообеспеченность в период фазы «елочка» – цветение, а также условия при вылежке тресты. В среднем за 3 года наибольший выход длинного волокна получен у сортов Квартет, Тонус и Тверской (29,4, 32,5 и 33,3%). Наибольшая урожайность длинного волокна получена у сортов Томич, Квартет и Тонус (14,2 ц/га, 15,9 и 16,0 ц/га). Все изучаемые сорта характеризуются высокими показателями номера волокна (13-14) и номера тресты (2,25-2,50). На основании проведенных исследований и экономических расчетов очевидны преимущества выращивания сортов Квартет и Тонус. Данные сорта являются перспективными для условий Костромской области.

Р. 36

PERSPECTIVE VARIETIES OF COMMON FLAX FOR KOSTROMA REGIONSenior Researcher **S.A. KRUGLOVA**

(Kostroma Research Institute of Agriculture, a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center for Potatoes named after A.G. Lorkh», e-mail: svetiksvetiky@mail.ru)

Technician **R.P. ZOLOTOVA**

(Kostroma Research Institute of Agriculture-branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center of Potatoes named after A.G. Lorkh», e-mail: kniish.dir@mail.ru)
156543, Russian Federation, Kostroma region, Kostroma district, Minsk, st. Kukolevsky, 18

Keywords: fiber flax, promising varieties, soil and climatic conditions

The article presents the results of a research on the study of the development and productivity of new varieties of fiber flax from the Pskov, Tomsk selection of VNIIL for the soil and climatic conditions of the Kostroma region. Research on variety testing was carried out on sod-podzolic medium loamy soil of the experimental field of the Kostroma Research Institute of Agriculture in 2016-2018. As a result of the conducted studies, it was revealed that the duration of the growing season depends on weather conditions and

increases to 87-95 days in wet weather. On average, over the years of research, the highest yield of straw and seeds was obtained in the varieties Tomich, Tonus and Quartet - 47.8 c / ha, 49.1 and 53.7 c / ha, and 9.4 c / ha, 10.0 and 10, 2 c / ha, respectively. Varieties of Tverskoy and Pamyati Krepkova in different weather conditions formed a fairly uniform value for the yield of straw (31.8-52.7 c / ha) and seeds (6.3-8.6 c / ha). The varieties Qvartet, Tonus, Tomich were distinguished by a large variation of these indicators 28.6-79.9 c / ha - yield of straw and 7.7-11.4 c / ha - yield of seeds. The decisive influence on the size of the yield and the quality of the fiber was exerted by heat and moisture supply during the "herringbone" – flowering phase, as well as the conditions during the maturing of the trusts. On average, over 3 years, the highest yield of long fiber was obtained in the varieties Qvartet, Tonus and Tverskoy (29.4, 32.5 and 33.3%). The highest yield of long fiber was obtained in the varieties Tomich, Qvartet and Tonus (14.2 c / ha, 15.9 and 16.0 c / ha). All studied varieties are characterized by high fiber numbers (13-14) and trusts (2.25-2.50). Based on the research and economic calculations, the advantages of growing the varieties Quartet and Tonus are obvious. These varieties are promising for the conditions of the Kostroma region.

C. 41

НОВЫЙ СОРТ ЖИМОЛОСТИ СИНЕЙ ПОЛЯНКА КОТОВА

Кандидат сельскохозяйственных наук **Н.С. ЕВТУШЕНКО**

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»,
e-mail: Evtush60@yandex.ru)

Кандидат сельскохозяйственных наук **Л.А. КОТОВ**

(Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»,
e-mail: sadovodnauka@mail.ru)

620142, Российская Федерация, Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Белинского, д. 112А

Ключевые слова: жимолость, морфология, урожайность, товарные качества, устойчивость к вредителям, экономическая эффективность

Приводится описание нового сорта жимолости Полянка Котова селекции ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Сорт получен от свободного опыления жимолости синей – *Lonicera caerulea L.* Характеризуется высокой зимостойкостью, урожайностью, относительной крупноплодностью. Средняя урожайность сорта Полянка Котова за 9 лет плодоношения составила 2,4 кг с куста, за период полного плодоношения – 3,1 кг с куста, что превышает урожайность стандартного сорта Голубое веретено в 1,8 и 1,7 раза соответственно. Средняя масса плода в неполивных условиях – 0,88 г (у контрольного сорта 0,83 г), максимальная – 1,3 г. Плоды имеют высокие вкусовые качества благодаря пониженному содержанию кислот. Дегустационная оценка плодов в свежем виде – 4,6 балла. Срок созревания ранний, достаточно дружный. Недостатками сорта являются: осыпаемость плодов, осеннее цветение, а также повреждение почек птицами в зимний период. По результатам экспертной оценки комиссии филиала ФГБУ «Госкомиссия» по Свердловской области сорт предложен к районированию по Волго-Вятскому региону с 2021 г.

P. 41

THE NEW HONEYSUCKLE VARIETY POLYANKA KOTOVA

Candidate of Agricultural Sciences **N.S. EVTUSHENKO**

(Federal State Budget Scientific Institution «Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», e-mail: Evtush60@yandex.ru)

Candidate of Agricultural Sciences **L.A. KOTOV**

(Federal State Budget Scientific Institution «Ural Federal Agrarian Scientific Research Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences», e-mail: sadovodnauka@mail.ru)

620142, Russian Federation, Sverdlovsk region, Yekaterinburg, Belinsky str., 112A

Keywords: Honeysuckle, morphology, productivity, commercial quality, pest resistance, economic efficiency

Polyanka Kotova is the new variety of honeysuckle from the Federal State Budgetary Scientific Institution "Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Science" (authors L.A. Kotov, N.S. Evtushenko). The variety is from free pollination of blue honeysuckle - *Lonicera caerulea* L. It has high winter hardiness, productivity, large-fruited. The average yield of the variety Polyanka Kotova for 9 years of fruiting was 2.4 kg / bush, for the period of full fruiting - 3.1 kg from the bush. Average berry weight 0.88 g, maximum 1.3 g. Fruits have high palatability due to the low acid content. Fresh tasting score 4.6 points. Ripening early, quite friendly. The disadvantages of the variety are: crumbling fruit, autumn flowering, as well as damage to the kidneys by birds in the winter. The variety Polianka Kotova is proposed for zoning in the Volga-Vyatka region from 2021.

C. 45

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНГИЦИДНОЙ КОМБИНАЦИИ МЕФЕНТРИФЛУКОНАЗОЛА И ПИРАКЛОСТРОБИНА НА ПОСЕВАХ ПШЕНИЦЫ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

Аспирант **В.В. МАКАРЕНКО**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: v_m_94@mail.ru)
196001, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Академик РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор **В.И. ДОЛЖЕНКО**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт защиты растений», e-mail: vid@iczg.ru)

196001, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

196608, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, шоссе Подбельского, д. 3

Ключевые слова: фунгицид, эффективность, пшеница, мучнистая роса, септориоз, пиренофороз

Проведено испытание нового фунгицида с комбинацией действующих веществ мефентрифлуконазол+пираклостробин в ограничении развития мучнистой росы и пиренофорозно-септориозной пятнистости и их влияние на урожайность яровой (сорт Дарья) и озимой (сорт Московская 56) пшеницы в условиях Ленинградской области.

В результате на яровой пшенице за 2 года исследований было выявлено: в фазу кушения эффективность испытываемого препарата против септориозно-пиренофорозной пятнистости была на уровне стандарта (Спирит, СК); против мучнистой росы в 2018 году оказался малоэффективным, а в 2019 г. эффективность препарата была выше по отношению к стандарту. В фазу выхода в трубку в 2018 г. против листостеблевых болезней испытываемый препарат независимо от нормы применения превышал стандарт. В 2019 году против пиренофорозно-септориозной пятнистости испытываемый препарат при всех нормах применения был на уровне стандарта; против мучнистой росы показал высокую эффективность в норме применения 1 л/га, при других нормах был на уровне стандарта.

Применение препарата в качестве фунгицида для обработки вегетирующих растений пшеницы озимой по эффективности против пиренофорозно-септориозной пятнистости при нормах применения 0,8 и 1,0 л/га превышал стандарт Спирит, СК (240+160 г/л) и обеспечивал достоверную прибавку урожайности.

P. 45

THE EFFECTIVENESS OF FUNGICIDAL COMBINATIONS OF OFENTITLEMENT AND PYRACLOSTROBIN ON THE WHEAT CROPS IN THE LENINGRAD REGION

Postgraduate Student **V.V. MAKARENKO**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: v_m_94@mail.ru)

196001, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe shosse, 2
Academician of the Russian Academy of Sciences, doctor of agricultural Sciences,

Doctor of Agricultural Sciences, Professor **V.I. DOLZHENKO**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», All-Russian research Institute of plant protection, e-mail: vid@icZR.ru)
196001, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe shosse, 2
196608, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, Podbelsky shosse, 3

Keywords: fungicide efficiency, wheat, powdery mildew, septoria, pyrenophora.

A new fungicide with a combination of active substances mefentrifluconazole+pyraclostrobin was tested to limit the development of powdery mildew and pyrenophorous-Septoria spotting and their effect on the yield of spring (Darya variety) and winter (Moskovskaya 56 variety) wheat in the Leningrad region.

As a result, on spring wheat for two years of research, it was revealed: in the tillering phase, the effectiveness of the tested preparation against Septoria-pyrenophorous spotting was at the level of the standard (Spirit, SC); against powdery mildew in 2018 was ineffective, and in 2019, the effectiveness of the preparation was higher in relation to the standard. In the phase of entering the tube in 2018, the tested preparation against leaf-stem diseases, regardless of the norm of use, exceeded the standard. In 2019, against pyrenophorosis-Septoria spotting, the tested preparation was at the standard level for all norms of application; against powdery mildew, it showed high efficiency in the norm of application of 1 l / ha, with other norms it was at the standard level.

The use of the preparation as a fungicide for the treatment of vegetating winter wheat plants in terms of effectiveness against pyrenophorosis-Septoria spotting at application rates of 0.8 and 1.0 l / ha exceeded the standard Spirit, SK (240+160 g / l) and provided a reliable increase in yield.

C. 51

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ПРЕДПОСЕВНОГО ОЗОНИРОВАНИЯ СЕМЯН НА ПОВЫШЕНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ЗЕРНА ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

Научный сотрудник **Т.М. МОРОЗОВА**

(Костромской научно-исследовательский институт сельского хозяйства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха», e-mail: kniish.dir@mail.ru)
156543, Российская Федерация, Костромская обл., Костромской район, с. Минское, ул. Куколевского, д. 18

Ключевые слова: предпосевное озонирование семян, озонородушный поток, яровая пшеница, предпосевная обработка, концентрация озона, урожайность, качество зерна

Обработка озоном является экологически чистой операцией, которая не загрязняет окружающую среду в отличие от химических препаратов, используемых в сельском хозяйстве в настоящее время. Выявлено, что применение процесса предпосевного озонирования семян улучшает такие показатели, как энергия прорастания, всхожесть, сила роста, кустистость растений, устойчивость к заболеваниям, вредителям и грибным инфекциям, а также повышает урожайность сельскохозяйственных культур. В статье представлены результаты исследований по изучению влияния предпосевного озонирования семян на урожайность и показатели качества зерна яровой пшеницы сорта Эстер в условиях Костромской области. Исследования проводились на опытном поле ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр картофеля имени А.Г. Лорха» – Костромского научно-исследовательского института сельского хозяйства в период с 2015 по 2018 гг. Изучены концентрации озона 1,5 (вариант – Озон-1) и 2,8 мг/м³ (вариант – Озон-2). Время обработки (экспозиции) было одинаковым – 20 минут. Установлено, что озонирование семян перед севом оказывает влияние на увеличение урожайности зерна на 0,14–0,58 т/га (7,8–22,7%), массы 1000 семян – на 1,4–1,9 г, сбора сырого белка – на 41–50 кг/га. Из изученных режимов предпосевного озонирования наиболее эффективным является обработка семян концентрацией озона 1,5 мг/м³ при экспозиции 20 минут. За счет большей длины колоса возросла масса зерна и количество его в колосе, что оказало влияние на повышение продуктивности. Озонирование семенного материала – перспективный прием для повышения урожайности и качества зерна.

P. 51

PARTICULAR QUALITIES OF THE INFLUENCE OF PRE-SOWING SEEDS OZONIZATION ON YIELD INCREASING AND QUALITY INDICATORS OF SPRING WHEAT GRAINResearcher **T.M. MOROZOVA**

(Kostroma Research Institute of Agriculture, a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Research Center for Potatoes named after A.G. Lorkh», e-mail: kniish.dir@mail.ru)
156543, Russian Federation, Kostroma region, Kostroma district, Minsk, st. Kukolevsky, 18

Keywords: pre-sowing ozonation of seeds, ozone-air flow, spring wheat, pre-sowing treatment, ozone concentration, yield, grain quality

Ozone treatment is an environmentally friendly operation that does not pollute the environment, unlike chemicals used in agriculture today. It was found that the use of the process of pre-sowing ozonation of seeds improves such indicators as germination energy, germination, growth strength, bushiness of plants, resistance to diseases, pests and fungal infections, and also increases the yield of agricultural crops. The article presents the results of studies on the influence of pre-sowing ozonation of seeds on the yield and grain quality indicators of spring wheat of the Ester variety in the conditions of the Kostroma region. The research was carried out on the experimental field of the A.G. Lorkha "- Kostroma Research Institute of Agriculture in the period from 2015 to 2018. Studied the concentration of ozone 1.5 (option - Ozone-1) and 2.8 mg / m³ (option - Ozone-2). The processing (exposure) time was the same - 20 minutes. It was found that ozonation of seeds before sowing affects the increase in grain yield by 0.14-0.58 t / ha (7.8-22.7%), the weight of 1000 seeds - by 1.4-1.9 g, harvest crude protein - by 41-50 kg / ha. Of the studied pre-sowing ozonation modes, the most effective is seeds treatment with an ozone concentration of 1.5 mg / m³ with an exposure time of 20 minutes. Due to the greater length of the spike, the mass of grain and its quantity in the spike increased, which had an effect on increasing productivity. Ozonation of seed is a promising technique for increasing the yield and grain quality.

C. 55

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИМИДАКЛОПРИДА В БОРЬБЕ С КОМПЛЕКСОМ ВРЕДИТЕЛЕЙ НА РОЗЕ ЗАЩИЩЕННОГО ГРУНТААспирант **В.И. МАКАРЕНКО**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: vdenisova1993@mail.ru)
196001, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Доктор биологических наук, профессор **Т.В. ДОЛЖЕНКО**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», ООО «Инновационный центр защиты растений», e-mail: dolzhenkotv@mail.ru)

196001, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург – Пушкин, ул. Пушкинская, д. 20

Ключевые слова: инсектицид, тепличная белокрылка, оранжерейный трипс, розанная тля, защищенный грунт, роза

Изучена эффективность имidakлоприда против популяций оранжерейного трипса, тепличной белокрылки и розанной тли на чайно-гибридной розе в условиях защищенного грунта в 2018 и 2019 годах.

В результате двухлетних исследований было установлено, что препарат на основе имidakлоприда (0,1 г/л) в норме применения 1 л/10 м² показал низкую эффективность против оранжерейного трипса (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche). Биологическая эффективность препарата против имаго вредителя в среднем за два года не превышала 48,7%; против личинок – 46,3%.

Применение испытываемого препарата в борьбе с популяцией тепличной белокрылки (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.) оказалось высокоэффективным. В среднем за 2 года эффективность препарата составила против имаго 80%, против личинок 3 и 4 возрастов – 75%.

Изучение действия препарата на основе имидаклоприда на чайно-гибридной розе против популяции розанной тли (*Macrosiphum rosae* L.) показало высокую эффективность (100%) уже на 3-и сутки после обработки.

P. 55

EFFICIENCY OF IMIDACLOPRIDE IN THE COMPLEX PESTS CONTROL ON PROTECTED GROUND ROSE

Postgraduate Student **V.I. MAKARENKO**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: vdenisova1993@mail.ru)
196001, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe shosse, 2

Doctor of Biological Sciences, Professor **T.V. DOLZHENKO**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», LLC Innovative Center for Plant Protection, e-mail: dolzhenkotv@mail.ru)
196001, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, Peterburgskoe shosse, 2
196601, Russian Federation, Saint Petersburg, Pushkin, ul. Pushkinskaya, 20

Keywords: insecticide, greenhouse whitefly, greenhouse thrips, roseate aphid, protected ground, rose.

The effectiveness of Imidacloprid against populations of greenhouse thrips, greenhouse whiteflies and roseate aphids on tea-hybrid roses in protected ground conditions in 2018 and 2019 was studied.

As a result of two years research, it was found that the preparation based on Imidacloprid (0,1 g/l) in the normal use of 1 l/10m² had a low effectiveness against greenhouse thrips (*Heliothrips haemorrhoidalis* Bouche). The biological effectiveness of the preparation against an imago pest on average for two years did not exceed 48.7%; against larvae – 46.3%.

Application of the tested preparation in the control of a population of greenhouse whiteflies (*Trialeurodes vaporariorum* Westw.) proved to be highly effective. On average, over two years, the effectiveness of the preparation was 80% against imago, and 75% against larvae of ages 3 and 4.

The study of the effect of an Imidacloprid-based preparation on a tea-hybrid rose against a population of roseate aphids (*Macrosiphum rosae* L.) showed high efficiency (100%) already on the 3rd day after treatment.

C. 60

ЗНАЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СНИЖЕНИИ ОПАДЕНИЯ ПЛОДОЭЛЕМЕНТОВ ХЛОПЧАТНИКА

Кандидат биологических наук **Ф.Н. ПИРАХУНОВА**

(Министерство здравоохранения Республики Узбекистан,
Ташкентский Фармацевтический институт, e-mail: Farida.piroxunova@mail.ru)

Кандидат биологических наук **А.А. АБЗАЛОВ**

(Министерство здравоохранения Республики Узбекистан,
Ташкентский Фармацевтический институт, e-mail: akmal.38@yandex.ru)

Кандидат сельскохозяйственных наук **А.А. НУРМУХАМЕДОВ**

(Министерство здравоохранения Республики Узбекистан,
Ташкентский Фармацевтический институт, e-mail: akmal.38@yandex.ru)

100010, Республика Узбекистан, г. Ташкент, ул. Айбек, д.45

Ключевые слова: сложные удобрения, ингибиторы, нитрификация, *N-serve*, АТГ, аммофос, микролизиметр, макролизиметр, азот, почва, плодoэлементы

Исследования проводили с целью изучения значения минеральных удобрений при их совместном внесении с ингибиторами нитрификации в снижении опадения плодoэлементов и повышении урожайности хлопчатника. Был использован метод применения минеральных удобрений при совместном внесении их с ингибиторами нитрификации и навозом. Экспериментальная работа выполнялась постановкой лабораторных, вегетационных, микро- и макролизиметрических и полевых опытов на территории опытных участков Узбекского научно-исследовательского института хлопководства и научно-исследовательского института селекции и семеноводства хлопчатника Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан, которые расположены в Кибрайском районе Ташкентской области. Тип почвы – типичный серозём. Годовая норма удобрений: азотных – 250 кг/га, фосфорных – 175 кг/га, калийных – 125 кг/га действующего начала. Потери азота удобрений и почвы при внесении аммофоса с навозом и АТГ снижаются более чем в 1,5 раза. Ростовые процессы, плодоношение хлопчатника при внесении в почву аммофоса с ингибиторами нитрификации и навозом усиливаются; повышается продуктивность хлопчатника на 2,5–3,5 ц/га. Результаты анализов показывают, что совместное внесение ингибиторов нитрификации *N-serve*, АТГ и навоза с аммофосом способствуют увеличению коэффициента полезного действия азота аммофоса в год действия и последействия на хлопчатнике до 32,2–36,4% в микро- и макролизиметрических и 38,0–48,0% – полевом опытах. Совместное основное внесение в почву аммофоса с ингибиторами нитрификации АТГ способствует сокращению потери не только азота аммофоса, но и азота почвенных источников. Все это вместе привело к снижению количества опадающих плодовых элементов и, соответственно, повышению урожайности хлопчатника на 12-15% по сравнению с контролем.

P. 60

THE VALUE OF MINERAL FERTILIZERS IN REDUCING THE LOSS OF COTTON FRUIT ELEMENTS

Candidate of Biological Sciences **F.N. PIRAKHUNOVA**

(Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent Pharmaceutical Institute, e-mail: Farida.piroxunova@mail.ru)

Candidate of Biological Sciences **A.A. ABZALOV**

(Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent Pharmaceutical Institute, e-mail: akmal.38@yandex.ru)

Candidate of Agricultural Sciences **A.A. NURMUKHAMEDOV**

(Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan,
Tashkent Pharmaceutical Institute, e-mail: akmal.38@yandex.ru.
100010, Republic Uzbekistan, Tashkent, Aybek st., 45.

Keywords: complex fertilizers, inhibitors, nitrification, *N-serve*, АТГ, ammophos, microlysimeter, macrolimetres, nitrogen, soil, fruit elements

The studies were carried out with the aim of studying the value of mineral fertilizers when they are applied together with nitrification inhibitors in reducing the fall of fruit elements and increasing the productivity of cotton. The method of applying mineral fertilizers was used with their joint application with nitrification inhibitors and manure. The experimental work was carried out by staging laboratory, vegetation, micro and macro-zemletimetric and field experiments in the experimental plots of the Uzbek Scientific Research Institute of Cotton Growing and Scientific Research Institute of Selection and Seed Production of Cotton of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan which are located in the Kibray district of the Tashkent region. Soil type - typical gray earth. The annual rate of fertilizers: nitrogen –250 kg / ha, phosphate – 175 kg / ha, potash –125 kg / ha of the active principle. Loss of nitrogen in fertilizers and soil during the introduction of ammophos with manure and АТГ is reduced by more than one and a half times. Growth processes, fruiting of cotton when ammophos is introduced into the soil with nitrification inhibitors and manure are enhanced; cotton productivity increases by 2.5-3.5 c / ha. The analysis results show that the combined introduction of nitrification inhibitors *N-serve*, АТГ and manure with ammophos contribute to an

increase in the efficiency of nitrogen of ammophos per year of action and aftereffect on cotton up to 32.2-36.4% in micro- and macrolysimetric and 38.0 -48.0% in field experiments. The joint main introduction of ammophos into the soil with inhibitors of nitrification of ATG helps to reduce the loss of not only nitrogen of ammophos, but also nitrogen of soil sources. All this together led to a decrease in the number of falling fruit elements and, accordingly, an increase in cotton productivity by 12-15% compared with the control.

C. 67

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ НА СОДЕРЖАНИЕ ХЛОРОФИЛЛА В ЛИСТЯХ РАССАДЫ ТОМАТА И ИХ ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА

Доктор технических наук С.А. РАКУТЬКО

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: sergej1964@yandex.ru)
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2

Научный сотрудник Е.Н. РАКУТЬКО

(Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», e-mail: elena.rakutko@mail.ru)
196600, Россия, Санкт-Петербург, Тярлево, Филътровское ш., 3

Старший научный сотрудник А.П. МИШАНОВ

(Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ», e-mail: amishanov@mail.ru)
196600, Российская Федерация, Санкт-Петербург, Тярлево, Филътровское ш., д. 3

Ключевые слова: светокультура, спектр, облученность, фотопериод, лист, пигменты, хлорофилл, оптическая плотность

Исследовали влияние факторов световой среды на оптические свойства и содержание хлорофилла в листьях рассады томата. Варьируемые факторы – фотопериод (12 и 16 часов), спектр излучения (Sp1 и Sp2), облученность (низкий 100, средний 170 и высокий 240 мкмоль·м⁻¹·с⁻¹ уровни). Измерения вели на нижнем, среднем и верхнем ярусе листьев растения. Содержание хлорофилла измеряли прибором ССМ-200. Оптическую плотность листьев определяли в синем, зеленом и красном диапазонах денситометром ДП-1М. Толщину листа измеряли электронным микрометром. Разные спектры в двух облучательных установках создавали комбинацией люминесцентных ламп и синих светодиодов. В одной установке со спектром Sp1 доля синего излучения была выше на 10%, чем в другой (Sp2). Выявлены существенные различия в вариабельности оптических показателей и их чувствительности к факторам световой среды. Показано преимущество способа оценки влияния факторов световой среды по оптической плотности листьев в спектральных диапазонах по сравнению с хлорофиллметром ССМ-200. Выявлено различие в силе действия факторов световой среды на отдельные показатели оптических свойств листа. Обнаружено, что наименьший коэффициент вариации (2,5%) из рассмотренных в работе показателей имеет отношение оптических плотностей листа в красном и зеленом спектральных диапазонах. Проведенные исследования подтвердили перспективность оценки качества световой среды в целях повышения энергоэффективности светокультуры и экологичности процесса облучения за счет выбора наиболее эффективного источника света по оптическим свойствам листьев растений и конкретизировали требования к техническим средствам для их измерения.

P. 67

IMPACT OF LIGHT ENVIRONMENT PARAMETERS ON THE CHLOROPHYLL CONTENT IN TOMATO TRANSPLANT LEAVES AND THEIR OPTICAL PROPERTIESDoctor of Technical Science **S.A. RAKUTKO**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: sergej1964@yandex.ru)
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2Researcher **E.N. RAKUTKO**(Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»,
e-mail: elena.rakutko@mail.ru)Senior Researcher **A.P. MISHANOV**(Institute for Engineering and Environmental Problems in Agricultural Production – branch of Federal State Budgetary Scientific Institution «Federal Scientific Agroengineering Center VIM»,
e-mail: amishanov@mail.ru)

196625, Russian Federation, Saint-Petersburg, Tyarlevo, Filtrovskoe shosse, 3

Keywords: photoculture, spectrum, irradiation, photoperiod, leaf, pigments, chlorophyll, optical density

We studied the influence of light factors on the optical properties and the content of chlorophyll in the leaves of tomato transplants. Variable factors - photoperiod (12 and 16 hours), light quality (Sp1 and Sp2), irradiation (low 100, medium 170 and high 240 $\mu\text{mol m}^{-1}\text{s}^{-1}$ levels). Measurements were taken on the lower, middle, and upper tiers of plant leaves. Chlorophyll content was measured with a CCM-200 device. The optical density of the leaves was determined in the blue, green and red ranges by a DP-1M densitometer. The thickness of the leaves was measured by an electronic micrometer. Different light quality in two irradiation facilities were created by a combination of fluorescent lamps and blue LEDs. In the first facility with the Sp1 light quality the proportion of blue radiation was 10% higher than in the other one (Sp2). Significant differences were found in the variability of optical indicators and their sensitivity to environmental factors. The advantages of the method for assessing the influence of factors of the light medium by the optical density of the leaves in the spectral ranges in comparison with the CCM-200 chlorophyll meter are shown. A difference was revealed in the strength of the action of factors of the light medium on individual indicators of the optical properties of the leaf. It was found that the smallest coefficient of variation (2.5%) of the indicators considered in the work is related to the optical densities of the leaf in the red and green spectral bands. The studies confirmed the promise of assessing the quality of the light environment in order to increase the energy efficiency of plant lighting and the environmental friendliness of the irradiation process by choosing the most effective light source for the optical properties of plant leaves and specified the requirements for technical means for measuring them.

C. 74

КАЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА СНЫТИ И ТОПИНАМБУРА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕКандидат технических наук **Р.А. ФЁДОРОВА**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: ritaalexfedorova@gmail.com)
196002, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2*Ключевые слова: топинамбур, снить, перерабатывающее производство*

В настоящее время особое внимание уделяется лекарственным растениям, поскольку они содержат различные биологически активные соединения. Важно, что по своей биохимической природе лечебно-техническое сырье ближе человеческому организму, чем пищевые добавки синтетического происхождения. Разрабатываются рекомендации внесения лекарственных растений в технологию мучного продукта лечебно-профилактического назначения. Его основу составляет

экстракт цветков сныти и плодов топинамбура. Данные растения содержат в своем составе богатый набор витаминов, макро- и микроэлементов, комплекс фенольных соединений с Р-витаминной активностью, достаточно много аскорбиновой кислоты. В данной работе показана целесообразность использования цветов сныти и зеленой массы топинамбура и их экстрактов.

Топинамбур, богатый инулином и другими полифруктозанами, может применяться во вторичном перерабатывающем производстве.

Также его можно отнести к одному из лучших видов диетического сырья. В ходе исследований были проанализированы органолептические свойства и физико-химические показатели качества и изучена биологическая ценность топинамбура и сныти.

Выбраны концентрации экстрактов 0,5% к массе муки, что является благоприятным. Уже с этим количеством вносимой добавки наблюдается улучшение органолептических и физико-механических свойств готовых изделий. Применение других концентраций экстрактов (1,0% и 1,5% к массе муки) неоправданно, так как эффект от их использования незначительно выше, чем при добавлении 0,5% экстракта, а финансовые расходы в 2 и 3 раза больше соответственно.

P. 74

QUALITATIVE ASSESSMENT OF GROUND AND JERUSALEM ARTICHOKE WHEN USED IN PROCESSING PRODUCTION

Candidate of Technical Sciences **R.A. FEDOROVA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education

«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: ritaalexfedorova@gmail.com)

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Keywords: Jerusalem artichokes, ground, processing production

Currently, special attention is paid to medicinal plants, since they contain various biologically active compounds. It is important that by its biochemical nature, medical and technical raw materials are closer to the human body than food additives of synthetic origin. Recommendations for introducing medicinal plants into the technology of a flour product for therapeutic and preventive purposes are being developed. It is based on an extract of ground flowers and Jerusalem artichoke fruits. These plants contain a rich set of vitamins, macro and microelements, a complex of phenolic compounds with P-vitamin activity, and a lot of ascorbic acid. This paper shows the feasibility of using the colors of ground and green mass of Jerusalem artichoke and their extracts.

Jerusalem artichoke, rich in inulin and other polyfructosans, can be used in secondary processing.

It can also be attributed to one of the best types of dietary raw materials. During the research, the organoleptic properties and physical and chemical quality indicators were analyzed and the nutritional value was studied.

Selected concentrations of extracts 0.5% by weight of flour, which is favorable. Already with this amount of applied additives, there is an improvement in the organoleptic and physical and mechanical properties of finished products. The use of other concentrations of extracts (1.0% and 1.5% by weight of flour) is unjustified, since the effect of their use is slightly higher than when adding 0.5 % of the extract, and the financial costs are 2 and 3 times higher, respectively.

C. 80

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ КОРОВ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ РОССИИ

Кандидат сельскохозяйственных наук **О.К. ВАСИЛЬЕВА**

(Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста», e-mail: vaciola@mail.ru)

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Московское шоссе, д. 55а

Ключевые слова: *молочное скотоводство, черно-пестрая порода, голштинская порода, продуктивное долголетие, продуктивность*

В статье представлены результаты анализа динамики признаков продолжительности продуктивного долголетия (возраст стада, возраст выбытия, возраст первого отела) коров голштинской и черно-пестрой пород в сельскохозяйственных предприятиях России за период 2010-2019 гг.

Основное производство молока в России осуществляется товарными и племенными хозяйствами, в которых уровень племенной работы по совершенствованию племенных и продуктивных качеств скота существенно отличается. Несмотря на имеющиеся различия, во всех категориях хозяйств решается задача по выведению высокопродуктивных животных и созданию условия для их длительного использования. В условиях интенсивной технологии выращивания ремонтного молодняка за последние 10 лет произошло уменьшение возраста 1-го отела у коров голштинской породы до 4,2 мес. в племенных репродукторах и до 2,1 мес. у черно-пестрых особей в товарных хозяйствах. Коровы голштинской породы уступают черно-пестрым сверстницам по продуктивному долголетию, не превышающему 3-х отелов. Уменьшение возраста выбытия коров возможно, как при вынужденной их выбраковке из-за несоответствующих условий содержания, так и при целенаправленной их замене животными нового поколения, наиболее отвечающих требованиям современного молочного производства и интенсивным технологиям содержания. В результате улучшения менеджмента в стадах черно-пестрого скота в товарных хозяйствах у 45,6% коров первый отел был в возрасте 27,0-27,9 мес., в племенных заводах – 55,3% в 25,0-25,9 мес. и племрепродукторах – 72,4% в возрасте 25,0-26,9 мес. В 2019 г. основная масса коров голштинской породы во всех категориях хозяйств (70,2; 75,8 и 66,4% соответственно) оказалась в диапазоне более раннего возраста первого отела, который составил 23,0-24,9 мес. У коров голштинской породы в разных категориях хозяйств средний возраст первого отела за последние 10 лет уменьшился на 2,5-4,2 мес., а по черно-пестрой породе на 1,7-2,1 мес. Отмечено увеличение удоя у коров черно-пестрой породы до 40,5%, а у голштинской – до 30,3%.

В животноводческих предприятиях с разным уровнем племенной работы оптимизация продолжительности периода продуктивного долголетия коров способствует увеличению молочной продуктивности коров и валового производства молока.

P. 80

DYNAMICS OF INDICATORS OF COWS PRODUCTIVE LONGEVITY IN AGRICULTURAL ENTERPRISES IN RUSSIA

Candidate of Agricultural Sciences **O.K. VASILEVA**

(Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L.K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, e-mail: vaciola@mail.ru)

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Moskovskoe shosse, 55a

Keywords: *dairy cattle breeding, Black-and-White breed, Holstein breed, productive longevity, productivity*

The article presents the results of the analysis of the dynamics of indicators of the duration of productive longevity (herd age, retirement age, age of first calving) of Holstein and Black-and-White breeds in agricultural enterprises in Russia for the period 2010-2019.

The main milk production in Russia is carried out by commercial and pedigree farms, in which the level of pedigree work to improve the pedigree and productive qualities of livestock is significantly different. Despite the existing differences, in all categories of farms, the task of breeding highly productive animals and creating conditions for their long-term use is being solved. In the conditions of intensive technology of rearing young animals over the past 10 years, there has been a decrease in the age of the 1st calving in Holstein cows to 4.2 months, in breeding reproducers and up to 2.1 months in Black-and-White cows in commercial farms. Cows of the Holstein breed are inferior to their Black-and-White counterparts in terms of productive longevity, not exceeding 3 calving. A decrease in cows age disposal is possible, both with their forced culling due to inappropriate housing conditions, and with their purposeful replacement with animals of a new generation, which most meet the requirements of modern dairy production and intensive housing technologies. As a result of improved management in herds of Black-and-White cattle in commercial farms,

45.6% of cows had their first calving at the age of 27.0-27.9 months, in breeding farms - 55.3% at 25.0-25.9 months and breeding reproducers - 72.4% at the age of 25.0-26.9 months. In 2019, the bulk of Holstein cows in all categories of farms (70.2; 75.8 and 66.4%, respectively) were in the range of an earlier age of first calving, which was 23.0-24.9 months. In Holstein cows in different categories of farms, the average age of first calving has decreased by 2.5-4.2 months over the past 10 years, and for the Black-and-White breed by 1.7-2.1 months. There was an increase in milk yield in Black-and-White cows up to 40.5%, and in Holstein - up to 30.3%.

In livestock enterprises with different levels of breeding work, optimization of the duration of the period of productive longevity of cows contributes to an increase in milk productivity of cows and gross milk production.

C. 88

МЯСНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ СКОТА КАЛМЫЦКОЙ ПОРОДЫ РАЗЛИЧНЫХ ЛИНИЙ

Доктор сельскохозяйственных наук **В.Н. ПРИСТУПА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», e-mail: prs40@yandex.ru)

Кандидат сельскохозяйственных наук **О.В. КРОВОТА**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Донской государственный аграрный университет», e-mail: alb9652@yandex.ru)

346493, Российская Федерация, Ростовская область, Октябрьский район, поселок Персиановский

Кандидат сельскохозяйственных наук **К.С. САВЕНКОВ**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: vetkos@inbox.ru)

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2

Ключевые слова: калмыцкая порода, эффект селекции, живая масса, энергия роста, стойлово-пастбищная система, масса туши, рентабельность

Постоянное сокращение поголовья крупного рогатого скота в стране обусловило снижение производства говядины на душу населения с 27 до 18 кг, при рациональных нормах 25 кг. Для этого рекомендуется развитие отрасли мясного скотоводства. В степных засушливых регионах наиболее приспособленной является калмыцкая порода. В статье анализируются данные влияния линейного фактора на живую массу основного стада, энергию роста и абсолютный прирост бычков в условиях стойлово-пастбищной системы. Отмечено, что в течение последних лет при отборе животных в селекционное ядро не учитываются коэффициенты взаимосвязи и наследуемости признаков, определяющих интенсивность роста и формирование у них мясной продуктивности. В результате эффект селекции животных калмыцкой породы пока очень низкий, хотя живая масса основного стада превосходит требования высших бонитировочных классов. Наиболее высокие показатели живой массы бычков-производителей и коров, а также энергии роста и абсолютного прироста молодняка получены у продолжателей вновь созданных заводских линий Похвального 8643 и Ожога 6136. У них отмечено достоверное превосходство по абсолютному приросту, предубойной живой массе, величине парной туши, внутреннего сала и убойной массе над сверстниками заводской линии Пирата 6626 и генеалогической линии Манежа 7113. У бычков заводских линий выход съедобной части туши составил более 80, а генеалогической линии 79,2%. Прибыль от реализации 1 бычка заводских линий варьировала в пределах 13516-15147 рублей, что на 1065-2697 рублей больше, чем от бычков генеалогической линии. Животные калмыцкой породы хорошо приспособлены к условиям засушливых степных регионов, но более интенсивное разведение вновь созданных заводских линий будет способствовать увеличению убойного выхода и производства высоко рентабельной качественной говядины.

P. 88

MEAT PRODUCTIVITY OF KALMYK BREED CATTLE OF VARIOUS LINESDoctor of Agricultural Sciences **V.N. PRISTUPA**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Don State Agrarian University, e-mail: prs40@yandex.ru)Candidate of Agricultural Sciences **O.V. KROTOVA**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
Don State Agrarian University, e-mail: alb9652@yandex.ru)

346493, Russian Federation, Rostov region, Oktyabrsky district, Persianovsky settlement

Candidate of Agricultural Sciences **K.S. SAVENKOV**(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: vetkos@inbox.ru)

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Keywords: kalmyk breed, selection effect, live weight, growth energy, stall-pasture system, carcass weight, profitability

The constant reduction in the number of cattle in the country led to a decrease in beef production per capita from 27 to 18 kg, with rational norms of 25 kg. For this, the development of the industry of beef cattle breeding is recommended. In the steppe arid regions, the most adapted is the Kalmyk breed. The article analyzes data on the influence of a linear factor on the live weight of the main herd, growth energy and the absolute increase in calves in a stall-grazing system. It has been noted that in recent years, during the selection of animals in the breeding core, the coefficients of interconnection and heritability of the traits that determine the growth rate and the formation of meat productivity in them are not taken into account. As a result, the effect of selection of animals of the Kalmyk breed is still very low, although the live weight of the main herd exceeds the requirements of the higher valuation classes. The highest live weight of the bulls and cows, as well as the growth energy and absolute growth of young animals were obtained from the successors of the newly created production lines of the Honorable 8643 and Burn 6136. They have a significant superiority in absolute growth, pre-slaughter live weight, and the size of paired carcasses, internal fat and slaughter mass, above the peers of the Pirate 6626 factory line and the Manege 7113 genealogical line. The edible part of the carcasses of the factory line bulls exceeded 80, and the genealogical line 79.2%. Profit from the sale of 1 bull-calf of factory lines varied within 13516-15147 rubles, which is 1065-2697 rubles more than from bulls of the genealogical line. Animals of the Kalmyk breed are well adapted to the conditions of arid steppe regions, but more intensive breeding of newly created factory lines will increase the slaughter yield and production of highly profitable high-quality beef.

C. 94

**ВОСПРОИЗВОДИТЕЛЬНЫЕ КАЧЕСТВА РЕМОНТНЫХ И ОСНОВНЫХ СВИНОМАТОК
В СРАВНИТЕЛЬНОМ АСПЕКТЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ТОВАРНОЙ ПРОДУКЦИИ**Кандидат сельскохозяйственных наук **Н.В. ФОМИНА**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный аграрный университет», e-mail: vip.nataly.f@mail.ru)
457100, Российская Федерация, г. Троицк, Челябинская область, ул. Гагарина д. 13Доктор сельскохозяйственных наук **С.Л. САФРОНОВ**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины»,
e-mail: safronovsl@list.ru)

196084, Российская Федерация, Санкт-Петербург, ул. Черниговская, д. 5

Ключевые слова: свиноводство, воспроизводительная способность, скрещивание, молодняк

В статье представлены результаты проведенных исследований оценки по воспроизводительным качествам ремонтных и основных свиноматок в сравнительном аспекте для производства товарной продукции в условиях ООО «Агрофирма Ариант». При выбраковке свиноматки затраты на ее замену ложатся на реализованных от этой свиноматки поросят. Установлено, что воспроизводительные качества ремонтных и основных свиноматок находятся в

пределах средних параметров. Наиболее продуктивными для свиноматок являются 3-6 опоросы. Многоплодие основных свиноматок составило 14,5 гол., что обусловлено биологически и связано с длиной рогов матки. В исследованиях у молодых свиноматок установлена наименьшая масса отъемышей, что увеличивает неравномерность массы поросят в помете. Поросята обеих групп росли интенсивно и к отъему в 24 дня имели среднюю живую массу от 5,4 до 5,9 кг. Среднесуточный прирост живой массы составил выше 170 г.

Более продолжительный период откорма – 120 дней был определен у гибридного потомства от двухпородных ремонтных свиноматок первой группы, при среднесуточном приросте 745,8 г. Потомство от свиноматок 2-й группы при продолжительности откорма 119 дней к концу откорма показало среднюю живую массу 151,6 кг, при среднесуточном приросте живой массы 768,9 г. При расчете экономической эффективности использования в производстве помесных двухпородных свиноматок закономерно вытекает, что валовая прибыль и прибыль в расчете на одну свиноматку в 1-й группе составила 2526,0 руб., а во 2-й группе – 2566,6 руб.

P. 94

REPRODUCTIVE QUALITIES OF REPAIR AND MAIN SOWS IN THE COMPARATIVE ASPECT FOR THE PRODUCTION OF COMMERCIAL PRODUCTS

Candidate of Agricultural Sciences **N.V. FOMINA**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«South Ural State Agrarian University», e-mail: vip.nataly.f@mail.ru)
457100, Troitsk, Chelyabinsk region, Gagarin, d.13

Doctor of Agricultural Sciences **S.L. SAFRONOV**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Saint-Petersburg State University of Veterinary Medicine», e-mail: safronovsl@list.ru)
196084, Russian Federation, Saint-Petersburg, st. Chernigovskaya, d. 5

Keywords: pig breeding, reproductive capacity, crossing, young animals

The article presents the results of evaluation studies on the reproductive qualities of repair and basic sows in a comparative aspect for the production of commercial products in the conditions of LLC «Agrofirma Ariant». When a sow is culled, the cost of replacing it falls on the piglets sold from this sow. It was found that the reproductive qualities of repair and main sows are within the average parameters. The most productive for sows are 3-6 farrows. The multiplicity of the main sows was 14.5 heads, which is biologically determined and is related to the length of the uterus horns. In studies, young sows have a lower weaning weight, which increases the uneven weight of piglets in the litter. Piglets of both groups grew intensively and by weaning in 24 days had an average live weight of 5.4 to 5.9 kg. The average daily increase in live weight was above 170 g.

A longer fattening period of 120 days was determined in hybrid offspring from two-breed repair sows of the first group, with an average daily increase of 745.8 g. offspring From sows of the 2nd group with a duration of 119 days of fattening showed an average live weight of 151.6 kg, with an average daily increase in live weight of 768.9 g. When calculating the economic efficiency of using crossbred two-breed sows in production, it follows that the gross profit and profit per sow in the 1st group was 2526.0 rubles, and in the 2nd group-2566.6 rubles.

C. 100

СОХРАНЕНИЕ РАЗНООБРАЗИЯ ИСХОДНЫХ ПОРОД И ПОПУЛЯЦИЙ КУР

Доктор биологических наук, доцент **Л.В. КОЗИКОВА**

(Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», e-mail: larkozik@list.ru)

Младший научный сотрудник **Е.А. ПОЛТЕВА**

(Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», e-mail: ketlin.liselse@yandex.ru)

Кандидат биологических наук **Е.В. НИКИТКИНА**

(Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», e-mail: nikitkinae@mail.ru)

196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Московское шоссе, д. 55а

Ключевые слова: криоконсервация, химеры птиц, бластодермальные клетки, первично-половые клетки, породы и популяции птиц

В настоящее время наблюдается снижение общего породного разнообразия птиц, поэтому актуальным становится сохранение разнообразия исходных пород и популяций кур. Возможным решением этих проблем может быть сохранение репродуктивных клеток методами криоконсервации. Во многих странах у птиц для этих целей применяют криоконсервацию семени путем создания криобанков, но стали появляться современные методы замораживания эмбриональных клеток кур, что вызвано возможностью отдельных стволовых клеток дать начало всем видам клеток, в том числе и половым.

Как отмечено ранее Комитетом Европейского Регионального Центра (ERFP), курирующего генетические ресурсы сельскохозяйственных животных, у птиц еще не созданы надежные методы по сохранению женских генетических ресурсов.

На базе нашего института имеется ЦКБ БК «Генетическая коллекция редких и исчезающих пород кур», содержащая 40 пород и популяций, что позволило выбрать для работы редкие и востребованные породы. Объектами в наших исследованиях были полученные из свежих яиц эмбрионы двух пород кур: русская белая и курчавая. Особенности использованной породы русская белая являются устойчивость к неоплазмическим заболеваниям и адаптация к пониженным температурам. Для породы курчавая характерен декоративный вид с оригинальным строением перьев. Бластодермальные клетки были выделены из бластодисков эмбрионов вышеперечисленных пород и помещены в пайетты, которые охлаждали до +4° со скоростью 0,3° в минуту. Замораживание осуществляли при -110°, затем переносили в жидкий азот. Полноценность донорского материала будет проверена после размораживания клеток при создании химер птиц из этих пород.

P. 100

CONSERVATION OF THE DIVERSITY OF STATEROUS BREEDS AND CHICKEN POPULATIONS

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor **L.V. KOZIKOVA**

(All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – branch of Federal state budgetary scientific institution «Federal Research Center for Livestock – VIZH named after academician L.K. Ernst», e-mail: larkozik@list.ru)

Junior Researcher **E.A. POLTEVA**

(All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – branch of Federal state budgetary scientific institution «Federal Research Center for Livestock – VIZH named after academician L.K. Ernst», e-mail: ketlin.liselse@yandex.ru)

Candidate of Biological Sciences **E.V. NIKITKINA**

(All-Russian Research Institute of Genetics and Breeding of Farm Animals – branch of Federal state budgetary scientific institution «Federal Research Center for Livestock – VIZH named after academician L.K. Ernst», e-mail: nikitkinae@mail.ru)

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Moscovskoe shosse, 55a

Keywords: cryopreservation, chimeras of birds, blastoderm cells, primary gem cells, breeds and populations of birds

Currently, there is a decrease in the total species diversity of birds therefore the conservation of the diversity of the original breeds and populations of chickens is becoming relevant. A possible solution to these problems may be the preservation of reproductive cells by cryopreservation methods. In many countries, birds use seed cryopreservation for these purposes by creating cryobanks, but modern methods of

freezing chicken embryonic cells have begun to appear, which is caused by the ability of individual stem cells to give rise to all types of cells, including gem cells.

As previously noted by the Committee of the European Regional Center (ERFP), which oversees the genetic resources of farm animals, birds have not yet developed reliable methods for the conservation of female genetic resources.

On the basis of our institute there is the Central Design Bureau of BC "Genetic Collection of Rare and Endangered Chicken Breeds" containing 40 breeds and populations, which made it possible to select rare and sought-after breeds for work. The objects in our research were the embryos of two chicken breeds obtained from fresh eggs: Russian White and Curly.

The peculiarities of the Russian White breed used are resistance to neoplastic diseases and adaptation to low temperatures. The curly breed is characterized by a decorative appearance with an original structure of feathers. Blastodermal cells were isolated from the blastodiscs of the embryos of the above breeds and placed in sequins, which were cooled to + 4 ° at a rate of 0.3 ° per minute. Freezing was carried out at -110 °, then transferred into liquid nitrogen. The completeness of the donor material will be checked after thawing the cells when creating chimeras of birds from these breeds.

C. 106

КРИТЕРИИ ОТБОРА ПЕТУХОВ ДЕКОРАТИВНЫХ ПОРОД ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРАХОВЫХ РЕЗЕРВОВ КРИОБАНКА

Младший научный сотрудник **Ю.Л. СИЛЮКОВА**

(Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и разведения сельскохозяйственных животных – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр животноводства - ВИЖ им. Л.К. Эрнста», e-mail: svadim33@mail.ru)
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Московское шоссе, д. 55а

Ключевые слова: птицеводство, сохранение генофонда, породы кур, криобанк, криоконсервация семени, сперма

Для сохранения пород и популяций сельскохозяйственных животных, входящих в перечень редких и находящихся под угрозой исчезновения, во многих странах создаются генетические криобанки с образцами репродуктивных клеток и образцами тканей таких животных. В малочисленных и находящихся под угрозой исчезновения породах каждая особь становится объектом особого внимания. Петухов с низкими репродуктивными качествами можно выявить в процессе отбора и скорректировать условия содержания и рациона для восстановления репродуктивного здоровья. В эксперименте оценено семя петухов четырех пород кур: гамбургская серебристо-пятнистая (n=7), голландская белохохлая (n=8), китайская шелковая (n=10), кохинхин карликовый черный (n=5) в возрасте 50–56 недель жизни. Межпородная изменчивость по оценке качественных средних показателей объема семени, измеряемая коэффициентом (CV), составила 29,95%, по средней общей подвижности нативного семени (CV) 7,19%. Изменения объема эякулятов у петухов породы кохинхин карликовый черный демонстрировали диапазон от 0,2 до 0,8 мл с высокими индивидуальными различиями: (CV) равен 52,07%, но к третьей оценке все петухи стабилизировали свои показатели, и средний объем эякулята составил 0,37 мл. Полученные данные говорят о стабильности работы репродуктивной системы и уровне ее нагрузки. Качество замороженного семени, закладываемого в криобанк, напрямую зависит от качества нативного семени, при этом влияние индивидуальных различий остается значимым. При выявлении снижения качества заморожено/оттаянного семени в индивидуальных эякулятах необходимо увеличивать количество закладываемых в криобанк доз осеменения для снижения рисков получения неоплодотворенных яиц при использовании такого семени.

P. 106

CRITERIA FOR SELECTION OF ORNAMENTAL ROOSTERS FOR FORMING OF INSURANCE RESERVES OF THE CRYOBANKJunior Researcher **Y.L. SILYUKOVA**

(Russian Research Institute of Farm Animal Genetics and Breeding – Branch of the L. K. Ernst Federal Science Center for Animal Husbandry, svadim33@mail.ru)

196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Moscovskoe shosse, 55a

Keywords: poultry breeding, gene pool preservation, chicken breeds, cryobank, cryopreservation, sperm

To preserve breeds and populations of farm animals on the list of rare and endangered species, in many countries genetic cryobanks are created with samples of reproductive cells and tissue samples of such animals. In small and endangered breeds, each individual becomes an object of special attention. Roosters with low reproductive qualities can be identified in the selection process and have a therapeutic effect to restore reproductive health. In the experiment, the semen of roosters of four breeds of chicken of Hamburg Silver Spotted ($n = 7$), Dutch White-crested ($n = 8$), Chinese Silk ($n = 10$), and Cochin dwarf black ($n = 5$) were evaluated in the experiment. Interbreed variability in the assessment of qualitative average semen volume indicators was (CV) 29.95%, and the average total native semen mobility (CV) was 7.19%. Changes in the ejaculate volume in Cochin dwarf black roosters showed a range of 0.2 to 0.8 ml with high individual differences (CV) of 52.07%, but by the third assessment, all roosters had stabilized their indicators and the average ejaculate volume was 0.37 ml. The data obtained indicate the stability of the reproductive system and the level of its load. The quality of the frozen semen placed in the cryobank directly depends on the quality of the native semen, while the influence of individual differences remains significant. When detecting a decrease in the quality of frozen / thawed semen in individual ejaculates, it is necessary to increase the number of insemination doses placed in the cryobank to reduce the risks of obtaining unfertilized eggs when using such a semen.

C. 111

ВЛИЯНИЕ НЕРАВНОВЕСНЫХ ВНУТРИЦИЛИНДРОВЫХ ПРОЦЕССОВ НА ИНДИКАТОРНЫЙ КПД ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯКандидат технических наук, доцент **Р.А. ЗЕЙНЕТДИНОВ**(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail.ru: zra61@mail.ru)
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д.2*Ключевые слова: преобразование энергии, эксергия, энтропия, отработавшие газы, диссипация теплоты*

Анализ теплоиспользования в поршневых двигателях и разработка новых методов оценки их энергоэффективности особенно актуальны в условиях, когда мировая экономика выходит на ресурсо- и энергосберегающий путь развития. Это позволяет оценить достигнутый уровень технического совершенства в области двигателестроения и качество подведенной теплоты, а также ставить вопрос о термодинамической оптимизации внутрицилиндровых процессов.

В статье предлагается эксергетический метод анализа эффективности процессов переноса и преобразования тепловой формы энергии в цилиндре поршневого двигателя в механическую работу с учетом диссипативного характера внутрицилиндровых процессов. Предложенный метод анализа теплоиспользования опирается на основные принципы неравновесной термодинамики. Отмечено, что основными тепломассообменными процессами в надпоршневом пространстве, происходящими с потерями эксергии, являются неравновесные процессы смесеобразования и тепловыделения с теплоотдачей, температурная и концентрационная неоднородность рабочего тела, диффузия газовой смеси, диссипативные явления в пограничном слое камеры сгорания и т.д. Минимизация потери эксергии в этих процессах определяет направление термодинамического совершенства надпоршневых процессов, позволяет получить термодинамические критерии возникновения

диссипативных явлений и проанализировать методы дальнейшего совершенствования тепломассообменных процессов. Получено выражение, позволяющее определить индикаторный КПД поршневого двигателя через эксергетические потери в надпоршневых процессах, что даст более объективную оценку эффективности использования подведенной тепловой энергии.

P. 111

INFLUENCES OF NONEQUILIBRIUM INTRA CYLINDER PROCESSES FOR INDICATOR EFFICIENCY OF PISTON ENGINE

Candidate of Technical Sciences **R.A. ZEYNETDINOV**
(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail.ru: zra61@mail.ru)
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Keywords: energy conversion, exergy, entropy, exhaust gases, heat dissipation

The analysis of heat use in piston engines and the development of a new method of assessing their energy efficiency are particularly relevant when the world economy is on a resource and energy-saving path. This makes it possible to assess the achieved level of technical perfection in the field of engine engineering and quality of supplied heat, as well as to raise the question about thermodynamic optimization of in-cylinder processes.

The article proposes an exergy method of analyzing the efficiency of the processes of transfer and conversion of the thermal form of energy in the cylinder of the piston engine into mechanical work taking into account the dissipative nature of the in-cylinder processes. The proposed method of heat use analysis is based on basic principles of non-equilibrium thermodynamics. It is noted that the main heat and mass exchange processes in the above-piston space, occurring with losses of exergy, are non-equilibrium processes of mixing and heat release from heat removal, temperature and concentration non-uniformity of the working medium, diffusion of the gas mixture, dissipative phenomena in the boundary layer of the combustion chamber, etc. Minimization of exergy loss in these processes determines the direction of thermodynamic perfection of above-piston processes, enables to obtain thermodynamic criteria for the occurrence of dissipative phenomena and to analyze methods of further improvement of heat-mass-exchange processes. The expression is obtained, which allows determining the indicator efficiency of the piston engine through exergy losses in above- piston processes, which will give a more objective assessment of efficiency of use of supplied thermal energy.

C. 118

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОУДЕРЖИВАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Доктор технических наук **А.Б. КАЛИНИН**
(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: andrkalinin@yandex.ru)

Доктор технических наук **В.А. СМЕЛИК**
(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: smelik_va@mail.ru)

Кандидат технических наук **И.З. ТЕПЛИНСКИЙ**
(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», e-mail: tsa_spbgau@mail.ru)
196601, Российская Федерация, Санкт-Петербург, г. Пушкин, Петербургское шоссе, д. 2

Ключевые слова: *лагоудерживающие материалы, приспособления для внесения, дозирование гранулированных материалов*

Для повышения эффективности существующих приемов регулирования водного режима почвы разработан способ, позволяющий уменьшить риски влияния изменяющихся климатических условий за счет применения специальных инновационных водоудерживающих материалов естественного и искусственного происхождения, улучшающих её водно-физические свойства. Это позволяет в период интенсивного роста растений картофеля формировать клубни и накапливать их массу независимо от погодных условий. Практических рекомендаций по выбору приспособлений для внесения гранул-водоудерживателей нет. В хозяйствах для этих целей приспособляют различные аппликаторы для внесения гранулированных удобрений и пестицидов или высевальные системы для мелкосеменных культур. Однако практически в условиях нормального функционирования картофелепосадочных машин, находящихся под воздействием случайных в вероятностно-статистическом смысле входных возмущений, все эти приспособления не обеспечивают высокую равномерность расхода дорогостоящих гранул. Поэтому снижение затрат на производство картофеля за счет дополнительного применения водоудерживающих материалов требует существенного ресурсосбережения за счет высокой точности расхода гранул. Это возможно обеспечить оснащением применяемых устройств для внесения гранул автоматизированными системами активного контроля качества дозирования, позволяющих оперативно в режиме онлайн поддерживать требуемую величину расхода материала. При создании таких интеллектуальных систем для картофелепосадочных машин, учитывая случайный характер их условий функционирования, следует использовать методы статистической динамики сельскохозяйственных агрегатов. Разработанная методология создания систем активного контроля расхода материала предполагает на начальном этапе построение модели функционирования дозирующих систем рассматриваемых приспособлений как объектов автоматизации, а также оценку случайного процесса расходного материала, используемого в качестве информационного показателя.

P. 118

THE TECHNOLOGICAL PROCESS IMPROVEMENT OF FUNCTIONING OF THE DEVICE FOR APPLICATION OF WATER-RETAINING MATERIALS

Doctor of Technical Sciences A.B. KALININ

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: andrkalinin@yandex.ru)

Doctor of Technical Sciences V.A. SMELIK

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: smelik_va@mail.ru)

Candidate of Technical Sciences I.Z. TEPLINSKY

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Saint-Petersburg State Agrarian University», e-mail: tsa_spbgau@mail.ru)
196601, Russian Federation, Saint-Petersburg, Pushkin, Peterburgskoye shosse, 2

Keywords: *moisture-retaining materials, applicators, dosing of granular materials*

To increase the efficiency of existing methods for control the water regime of the soil, a method has been developed that allows to reduce the risks of the influence of changing climatic conditions through the use of special innovative water-retention materials of natural and artificial origin, which improve soil moisture regime. This allows during the period of intensive growth of potato plants to form tubers and accumulate their mass, regardless of weather conditions. There are no practical recommendations for choosing devices for applying water-retaining granules. For these purposes, farms adapt various devices for applying granular fertilizers and pesticides or seeding systems for small-seeded crops. However, practically in conditions of normal functioning of potato planting machines under the influence of random in the probabilistic and statistical sense of the input disturbances, all these devices do not provide a high uniformity of the consumption of expensive granules. Therefore, reducing the cost of potato production due to the additional use of water-retaining materials requires significant resource savings due to the high accuracy of the consumption of granules. This can be ensured by equipping the applied devices for introducing granules

with automated systems for active control of the dosing quality, which allow quickly maintaining the required amount of material consumption online. When creating such intelligent systems for potato planting machines, taking into account the random nature of their operating conditions, methods of statistical dynamics of farm machinery should be used.

The developed systems function methodology for active material consumption control presupposes at the initial stage the built up of a functioning model of the control systems of the considered devices as objects of automation, as well as an assessment of the random process of consumables used as an information indicator.

C. 124

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ НОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Доктор технических наук **М.С. ВОЛХОНОВ**

Федерально государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Костромская государственная сельскохозяйственная академия», e-mail: vms72@mail.ru)
156530, Российская Федерация, Костромская область, пос. Караваяево, Караваяевская с/а, д. 34

Кандидат технических наук **А.М. АБАЛИХИН**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева»,
e-mail: anton-abalikhin@yandex.ru)

Старший преподаватель **А.В. КРУПИН**

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Ивановская государственная сельскохозяйственная академия имени Д.К. Беляева»,
e-mail: krupinav37@mail.ru)

153012, Российская Федерация, Ивановская область, г. Иваново, ул. Советская, д. 45

Ключевые слова: центробежный измельчитель зерна, измельчение зерна, измельченное зерно, дерть

Одним из показателей качества корма является крупность частиц, которая регламентирована для каждого вида и каждой половозрастной группы животных. Существующие технические средства не обеспечивают в должной мере качественного измельчения фуражного зерна и при этом являются весьма энергоемкими машинами. Использование центробежных измельчителей позволяет получить размола с более выровненным фракционным составом при меньшем удельном расходе энергии. Однако известные конструкции центробежных измельчителей не обеспечивают получения дерти требуемого качества при увеличении подачи зерна в камеру измельчения. Доказывается, что повысить эффективность работы центробежного измельчителя возможно путем использования ротора с радиальными лопатками, закрепленными под углом 10^0 по направлению вращения к радиусу ротора, деки с отбойниками трапециидальной формы и загрузочного патрубка с отверстием для дополнительного ввода воздушного потока в рабочую камеру. Исследована эффективность работы разработанного измельчителя в зависимости от частоты вращения ротора, диаметра отверстий решета, площади выгрузного окна бункера. Изучено влияние варьируемых факторов на производительность и потребляемую мощность измельчителя, а также на степень измельчения зерна. Определены оптимальные режимы работы измельчителя для получения дерти, соответствующей зоотехническим требованиям для разных видов животных.

P. 124

NEW FORAGE GRAIN GRINDER EFFICIENCY ANALYSIS

Doctor of Technical Sciences **M.S. VOLKHONOV**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education
«Kostroma State Agricultural Academy», e-mail: vms72@mail.ru)

156530, Russian Federation, Kostroma region, village Karavaevo, Karavaevskaya c/a, d. 34

Candidate of Technical Sciences **A.M. ABALIKHIN**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State Agricultural Academy named after D.K. Belyaev», e-mail: anton-abalikhin@yandex.ru)

156530, Russian Federation, Kostroma region, village Karavaevo, Karavaevskaya c/a, d. 34

Senior lecturer **A.V. KRUPIN**

(Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Ivanovo State Agricultural Academy named after D.K. Belyaev», e-mail: krupinav37@mail.ru)

153012, Russian Federation, Ivanovo region, Ivanovo, Sovetskaya str., 45

Keywords: centrifugal grain grinder, grain grinding, crushed grain, bran

One of the indicators of feed quality is the particle size, which is regulated for each animal type as well as for each age and sex group of animals. Existing technical means do not provide high-quality forage grain grinding and besides they are very energy-intensive machines. Using of centrifugal grinders makes it possible to obtain a mill with a more leveled fractional composition with lower specific energy consumption. However, well-known designs of centrifugal grinders do not provide the required quality of bran when increasing grain supply to the grinding chamber. It is proved that it is possible to increase the efficiency of a centrifugal grinder by using a rotor with radial blades fixed at an angle of 10 in the direction of rotation to rotor radius, a deck with trapezoidal bumpers and a loading pipe with an opening for additional air flow input into the working chamber. The efficiency of the developed grinder has been investigated depending on the rotor speed, the diameter of the sieve openings, and the area of the hopper unloading window. The influence of variable factors on the productivity and power consumption of the grinder, as well as on the degree of grain refinement, has been studied. The optimal modes of operation of the grinder have been determined for obtaining the bran that meets the zootechnical requirements for different types of animals.

Требования к научным статьям, публикуемым в журнале «Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета»

Уважаемые коллеги!

Санкт-Петербургским государственным аграрным университетом издается журнал «Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета». С 2007 года журнал включен в утвержденный ВАК Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, выпускаемых в РФ, где публикуются основные научные результаты диссертационных работ на соискание ученой степени доктора или кандидата наук, а также в базу данных международной информационной системы AGRIS, в библиографическую базу данных - Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) и размещается на официальном сайте ФГБОУ ВО СПбГАУ. Подписной индекс – ВН 017771. Статьям присваивается DOI (цифровой идентификатор объекта). В журнале «Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета» публикуются статьи по след

- 06.01.00 Агрономия (сельскохозяйственные науки; биологические науки);
- 06.02.00 Ветеринария и Зоотехния (сельскохозяйственные науки; биологические науки);
- 05.20.00 Процессы и машины агроинженерных систем (технические науки; сельскохозяйственные науки).

Основные требования к статьям, предоставляемым для публикации в журнале:

1. Статья должна соответствовать основным научным направлениям журнала, а также содержать результаты научных исследований, теоретические, практические (инновационные) разработки, готовые для использования и являющиеся актуальными на современном этапе научного развития.

2. Размер текста статьи должен составлять 7-10 страниц на листах А4, шрифт Times New Roman, шрифт 14, межстрочный интервал – 1,5.

3. В редакционно-издательский отдел необходимо предоставить следующие материалы:

- **текст статьи** на русском языке в бумажной версии (для сторонних авторов – электронной; формат файла: doc, docx; на эл.почту izvestiya@spbgau.ru) согласно требованиям к структуре и содержанию статьи с обязательным указанием контактных телефонов авторов; **допускается не более 3-х авторов**;
- **аннотацию (200 – 250 слов)** на русском и английском языках; **ключевые слова (не более 7 слов)** на русском и английском языках; **информацию об авторе** (авторах) статьи на русском и английском языках (электронная почта, место работы, адрес места работы).

Правила оформления статьи:

- номер УДК (12 шрифт светлый);
- ученая степень, (шрифт 12 строчный), **и.о. фамилия** (шрифт 12 жирный прописной);
- место работы (шрифт 12 строчный), e-mail (шрифт 12 строчный) в скобках;
- **название статьи** (шрифт 14 жирный прописной);
- основной текст (шрифт 14 строчный);
- пристатейный библиографический список (шрифт 12 строчный); **«Л и т е р а т у р а»** (шрифт 12 строчный жирный, разреженный);

Текст статьи необходимо структурировать, используя подзаголовки соответствующих разделов: **введение; цель исследования; материалы, методы и объекты исследования; результаты исследования; выводы** (отмечать подзаголовки жирным шрифтом), библиографический список. *Библиографический список: не менее 10 источников, включая иностранные, оформляется общим списком в конце статьи и представляется на русском языке и в транслитерации (латиницей)*. Литература должна быть оформлена в соответствии с ГОСТом Р 7.0.5-2008. Список составляется в соответствии с последовательностью ссылок в тексте (в порядке цитирования). Ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках, например [1].

4. Поступившие и принятые к публикации статьи проходят обязательное рецензирование и проверяются на заимствования по программе «Антиплагиат» (либо предоставляются по запросу редакции).

5. Статьи, предоставляемые в редакцию, не возвращаются. Сторонние авторы предоставляют лицензионный договор.

6. Стоимость публикации 1 страницы для сторонних авторов – 550 руб., стоимость журнала – 900 руб.

В каждом журнале допускается публикация только одной статьи одного и того же автора.

Редакция оставляет за собой право не регистрировать статьи, не отвечающие настоящим требованиям, а также право на воспроизведение поданных авторами материалов (опубликование, тиражирование) без ограничения тиража экземпляров. Материалы для публикаций принимаются в течение первого месяца квартала. **Подробная информация о журнале «Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета» на сайте <http://spbgau.ru/izvestiya>**

ИЗВЕСТИЯ
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО АГРАРНОГО
УНИВЕРСИТЕТА

Ежеквартальный научный
журнал № 3 (60)

Подписано к печати 28.09.2020 г.
Формат 60×84 1/8. П.л. 19,9. Тираж 1000. Заказ 120.
Отпечатано в полном соответствии с качеством предоставленных оригиналов
в Издательско-полиграфическом комплексе
Санкт-Петербургского государственного аграрного университета
г. Пушкин, Петербургское шоссе., д. 2