

DOI 10.37279/2413-1946

ISSN 2413-1946



ИЗВЕСТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ ТАВРИДЫ

**TRANSACTIONS OF TAURIDA
AGRICULTURAL SCIENCE**

№23 (186) 2020

№ 23(186), 2020

*Известия
сельскохозяйственной
науки Тавриды*

№ 23(186), 2020

*Transactions
of Taurida Agricultural
Science*

**Теоретический и научно-практический
журнал основан в 1941 году.**

Издается четыре раза в год.

Учредитель и издатель: ФГАОУ ВО
«Крымский федеральный университет
имени В. И. Вернадского».

295007, Российская Федерация, Республика
Крым, г. Симферополь, проспект Академика
Вернадского, 4.

**Theoretical and research journal
has been published since 1941.**

Four times a year.

Founder: FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean
Federal University».

295007, Russian Federation, Republic of Crimea,
Simferopol, Academician Vernadsky Ave, 4.

Журнал зарегистрирован в Федеральной служ-
бе по надзору в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций (Роском-
надзор). Свидетельство о регистрации средства
массовой информации ПИ № ФС 77 – 61829.

Журнал включен в систему Российского индек-
са научного цитирования (РИНЦ). Лицензион-
ный договор № 248-04/2015 от 21.04.2015.

Решением Президиума ВАК Министерства обра-
зования и науки РФ от 12.07.2017 журнал «Из-
вестия сельскохозяйственной науки Тавриды»
рекомендован для публикации основных резуль-
татов диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой степени
доктора наук. Предоставляемые для публика-
ции в журнале статьи должны соответствовать
научным специальностям и соответствующим им
отраслям науки: 05.20.01 – технологии и средства
механизации сельского хозяйства (технические
науки), 05.20.01 – технологии и средства меха-
низации сельского хозяйства (сельскохозяйствен-
ные науки), 06.01.01 – общее земледелие, расте-
ниеводство (сельскохозяйственные науки),
06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана
земель (сельскохозяйственные науки), 06.01.04 –
агрохимия (сельскохозяйственные науки),

The journal is registered with the Federal Ser-
vice for Supervision of Communications, Infor-
mation Technologies and Mass Media (Roskom-
nadzor). Certificate of mass media registration
ПИ № ФС 77 – 61829

The journal is included in the Russian Index of
Scientific Citation (RISC). License agreement
№ 248-04.2015 from 21.04.2015.

By the decision of the Presidium of the Higher
Attestation Commission of the Ministry of Educa-
tion and Science of the Russian Federation from
July 12, 2017, the journal «Transactions of Tau-
rida agricultural science» is recommended for
publication of the main results of dissertations
for the scientific degree of a Candidate and for
the scientific degree of Doctor of Science. The
submitted articles should correspond to scientific
specialties and corresponding branches of scien-
ce: 05.20.01 – technologies and means of
mechanization of agriculture (Technical Sciences),
05.20.01 – technologies and means of mecha-
nization of agriculture (Agricultural Sciences),
06.01.01 – general agriculture, crop production
(Agricultural Sciences), 06.01.02 – Land recla-
mation, reclamation and protection (Agricultural
Sciences) 06.01.04 – agrochemistry (Agricultural

06.01.05 – селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений (сельскохозяйственные науки), 06.01.06 – луговое хозяйство и лекарственные, эфиромасличные культуры (сельскохозяйственные науки), 06.01.08 – плодоводство, виноградарство (сельскохозяйственные науки), 06.01.09 – овощеводство (сельскохозяйственные науки), 06.02.01 – диагностика болезней и терапия животных, патология, онкология и морфология животных (ветеринарные науки), 06.02.02 – ветеринарная микробиология, вирусология, эпизоотология, микология с микотоксикологией и иммунология (ветеринарные науки), 06.02.04 – ветеринарная хирургия (ветеринарные науки).

Sciences), 06.01.05 – selection and seed production of agricultural plants (Agricultural Sciences), 06.01.06 – grassland and medicinal, essential oil crops (Agricultural Sciences), 06.01.08 – horticulture, viticulture (Agricultural Sciences), 06.01.09 – vegetable growing (Agricultural Sciences), 06.02.01 – diagnosis and therapy of animals, pathology, oncology and morphology of animals (Veterinary science), 06.02.02 – veterinary microbiology, virology, epizootology, mycology with mycotoxicology and immunology (Veterinary Sciences), 06.02.04 – veterinary surgery (Veterinary science).

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

Изотов А. М., д-р с.-х. наук, профессор

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

Гербер Ю. Б., д-р техн. наук, профессор

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Абдулгазис У. А., д-р техн. наук, профессор

Адамень Ф. Ф., д-р с.-х. наук, профессор

Бабицкий Л. Ф., д-р техн. наук, профессор

Ватников Ю. А., д-р ветеринар. наук, профессор

Волков А. А., д-р ветеринар. наук, профессор

Догода П. А., д-р с.-х. наук, профессор

Дубачинская Н. Н., д-р с.-х. наук, профессор

Енгатев С. В., д-р ветеринар. наук, профессор

Завалий А. А., д-р техн. наук, доцент

Иванченко В. И., д-р с.-х. наук, профессор

Клименко О. Е., д-р биол. наук

Клищенко О. А., канд. с.-х. наук, доцент

Копылов В. И., д-р с.-х. наук, профессор

Кораблева Т. Р., д-р ветеринар. наук, профессор

Лебедев А. Т., д-р техн. наук, профессор

Лемешченко В. В., д-р ветеринар. наук, профессор

Лукьянова Г. А., д-р ветеринар. наук, профессор

Макрушин Н. М., д-р с.-х. наук, профессор

Мельничук Т. Н., д-р с.-х. наук

Немтинов В. И., д-р с.-х. наук

Николаев Е. В., д-р с.-х. наук, профессор

Степанов А. В., д-р техн. наук, профессор

Сулейманов С. М., д-р ветеринар. наук, профессор

Титков А. А., д-р с.-х. наук, доцент

Труфляк Е. В., д-р техн. наук

Утков Ю. А., д-р техн. наук, профессор

Цымбал А. А., д-р с.-х. наук, профессор

Щипакин М. В., д-р ветеринар. наук, доцент

CHIEF EDITOR

Izotov A. M., Dr. Agr. Sci., Professor

DEPUTY CHIEF EDITOR

Gerber U. B., Dr. Tech. Sci., Professor

EDITORIAL BOARD

Abdulgazis U. A., Dr. Tech. Sci., Professor

Adamen F. F., Dr. Agr. Sci., Professor

Babitskiy L. F., Dr. Tech. Sci., Professor

Vatnikov Y. A., Dr. Vet. Sci., Professor

Volkov A. A., Dr. Vet. Sci., Professor

Dogoda P. A., Dr. Agr. Sci., Professor

Dubichinsky N. N., Dr. Agr. Sci., Professor

Engashev S. V., Dr. Vet. Sci., Professor

Zavaliy A. A., Dr. Tech. Sci., Associate Professor

Ivanchenko V. I., Dr. Agr. Sci., Professor

Klimenko O. E., Dr. Biol. Sci.

Klitsenko O. A., Cand. Agr. Sci., Associate Professor

Kopylov V. I., Dr. Agr. Sci., Professor

Korablieva T. R., Dr. Vet. Sci., Professor

Lebedev A. T., Dr. Tech. Sci., Professor

Lemeshchenko V. V., Dr. Vet. Sci., Professor

Lukianova G. A., Dr. Vet. Sci., Professor

Makrushin N. M., Dr. Agr. Sci., Professor

Melnichuk T. N., Dr. Agr. Sci.

Nemtinov V. I., Dr. Agr. Sci.

Nikolaev E. V., Dr. Agr. Sci., Professor

Stepanov A. V., Dr. Tech. Sci., Professor

Suleymanov S. M., Dr. Vet. Sci., Professor

Titkov A. A., Dr. Agr. Sci., Associate Professor

Truflyak E. V., Dr. Tech. Sci.

Utkov Y. A., Dr. Tech. Sci., Professor

Tsymbal A. A., Dr. Agr. Sci., Professor

Shchipakin M. V., Dr. Vet. Sci., Associate Professor

Содержание

АГРОНОМИЯ

Танкевич В.В., Сотник А.И. Изучение клоновых подвоев для груши в отводочном маточнике в Крыму...	5
Копылов В.И., Корниенко П.С., Потанин Д.В. Совместимость сортов ореха грецкого с подвоем орех черный в условиях питомника.....	14
Михайлова Е.В., Карпун Н.Н. Применение препарата <i>Зеребра® Агро</i> в насаждениях персика с целью повышения устойчивости к курчавости листьев.....	22
Осенний Н.Г., Ильин А.В., Томашова О.Л., Веселова Л.С. Засоренность агрофитоценоза озимой пшеницы и эффективность химического контроля сорняков в предгорно-степном Крыму.....	32
Гонгало А. А. Продуктивность льна масличного (<i>Linum usitatissimum L.</i>) при прямом и традиционном посеве с применением инокуляции семян.....	41
Иванченко В.И., Зотиков А.Ю. Влияние полифункциональных микробных комплексов на основные показатели роста и развития однолетнего прироста привитых вегетирующих саженцев винограда...	52
Дударев Д.П., Тарасенко Б.А., Изотов А.М. Экологическое испытание многолетних злаковых трав степного экотипа в условиях Присивашской степи Крыма.....	62
Горбунова Е.В., Николашина О.Е. Обеспеченность азотом и продуктивность фенхеля обыкновенного в условиях предгорного Крыма.....	71

АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Горобей В.П., Старчиков С.С., Павлов Л.В. Расширение функциональности генератора капель искусственного дождя.....	78
Дринча В.М., Филатов А.С. Исследование сепарации семян на селекционно-семеноводческом пневмосортировальном столе.....	94
Самсонов Ю.В., Догода П.А. Анализ конструкций распылителей машин для химической защиты растений.....	103
Алдошин Н.В., Васильев А.С., Голубев В.В. Результаты лабораторных исследований комбинированного сошника для посева кормовых культур.....	111
Бабицкий Л.Ф., Куклин В.А. Обоснование параметров вибромагнитного почвообрабатывающего рабочего органа.....	123
Завалий А.А., Рыбалко А.С., Лаго Л.А. Имитационная полуэмпирическая модель процесса сушки растительного сырья при комбинированном конвективно-лучистом теплоподводе в условиях атмосферного и пониженного давления.....	130

ВЕТЕРИНАРИЯ

Соколов В.Г. Клинико-морфологическая характеристика толстой кишки перепелов при применении пробиотического препарата «Бифидумбактерин» и аскорбиновой кислоты.....	141
Лукашик Г.В., Саенко Н.В. Особенности этологических и клинических показателей перепелов при использовании пробиотика «Бифидумбактерин» и аскорбиновой кислоты.....	146
Сенчук И.В., Солодовник О.С. Диагностика дилатационной кардиомиопатии у собак.....	155
Мельник В.В., Репко Е.В., Леонова О.Г. Роль иммуностимуляторов в профилактике бронхопневмонии у телят.....	164
Рефераты.....	171

Contents

AGRONOMY

Tankevich V. V., Sotnik A. I. Studying a new rootstocks for pear in layering mother nursery in the Crimea.....	5
Kopylov V.I., Kornienko P.S., Potanin D.V. Compatibility of walnut varieties with black walnut rootstock in nursery conditions.....	14
Mikhailova Ye.V., Karpun N.N. Application of the growth regulator <i>Zerebra® Agro</i> in peach plantings to improve resistance to leaf curl.....	22
Osenniy N.G., Ilyin A.V., Tomashova O.L., Veselova L.S. Infestation of winter wheat agrophytocenosis and effectiveness of chemical control of weeds in the foothill-steppe Crimea.....	32
Gongalo A. A. Productivity of <i>Linum usitatissimum L.</i> grown under direct and traditional seeding systems with the application of seed inoculation.....	41
Ivanchenko V.I., Zotikov A.Yu. Influence of polyfunctional microbial complexes on the main indicators of growth and development of one-year shots of graphed vegetating grape planting materials.....	52
Dudarev D.P., Tarasenko B.A., Izotov A.M. Ecological test of perennial cereal herbs of steppe ecotype in conditions of the Prisivash steppe of Crimea.....	62
Gorbunova E.V., Nikolashina O. E. Nitrogen availability and productivity of common fennel in the foothills of the Crimea.....	71

AGRO-INDUSTRIAL ENGINEERING

Gorobey V.P., Starchikov S.S., Pavlov L.V. Extending the functionality of the drop generator artificial rain.....	78
Drincha V.M., Filatov A.S. Seeds separation research on seed breeding gravity table.....	94
Samsonov Yu. V., Dogoda P. A. Analysis of designs of sprayers machines for chemical plant protection.....	103
Aldoshin N.V., Vasiliev A.S., Golubev V.V. Results of laboratory studies of the combined coulter for sowing forage crops.....	111
Babitsky L.F., Kuklin V.A. Justification of the parameters of the vibromagnetic tillage working body....	123
Zavaliy A.A., Rybalko A.S., Lago L.A. Simulation semi-empirical model of the raw materials drying using combined convective radiant heat supply under conditions of atmospheric and reduced pressure.....	130

VETERINARY

Sokolov V.G. Clinical and morphological characteristics of the large intestine of quails when using the probiotic "Bifidumbacterin" and ascorbic acid	141
Lukashik G. V., Sayenko N.V. Features of ethological and clinical indicators of quaks when using probiotic "Bifidumbakterin" and ascorbic acid.....	146
Senchuk I.V., Solodovnik O. S. Diagnosis of dilated cardiomyopathy in dogs.....	155
Melnik V.V., Repko E.V., Leonova O.G. Role of immunostimulators in prevention of bronchopneumonia in calves.....	164
Abstracts	171

АГРОНОМИЯ

УДК 634. 1. 03/634. 13/634.14

ИЗУЧЕНИЕ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ДЛЯ ГРУШИ В ОТВОДОЧНОМ МАТОЧНИКЕ В КРЫМУ

Танкевич В.В., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник;
Сотник А.И., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник; ФГБУН «Ордена Трудового Красного знамени «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН», отделение «Крымская опытная станция садоводства».

В статье рассмотрены результаты сравнительного изучения клонных подвоев для груши в предгорной зоне Крыма за 2003-2019 гг. Изучены рост, развитие, зависимость от почвенно-климатических условий произрастания и продуктивность маточных кустов.

Ключевые слова: подвой, сила роста, маточник, продуктивность, совместимость, скороплодность.

Введение. В последние годы в Крыму значительно возросла роль плодородства, в связи с открывшейся возможностью поставки крымских фруктов на материк. Учитывая данные обстоятельства в республике разработана долгосрочная программа развития отрасли до 2025 года, которая предусматривает закладку 20 тыс. га интенсивных грушевых садов [8]. Опираясь на отечественную и мировую практику, проводить это необходимо с участием продуктивных и экологически приспособленных сортов и подвоев, которые дают возмож-

STUDYING A NEW ROOTSTOCKS FOR PEAR IN LAYERING MOTHER NURSERY IN THE CRIMEA

Sotnik A.I., Candidate of agricultural Science, Senior Scientist, Leading Staff Scientist;

Tankevich V. V., Candidate of agricultural Science, Senior Scientist, Leading Staff Scientist,;
FSBIS «Nikitsky Botanical Garden – National Science Center», branch «Crimean Gardening Experimental Station».

The article reviews the results of comparative study of clonal rootstocks for pears in the Crimean foothill for 2003-2019. The growth, development, dependence on soil and climatic conditions of growth and productivity of mother bushes have been researched.

Keywords: rootstock, growth power, mother nursery, productivity, compatibility, early maturity.

ность создавать малогабаритные сады. При этом все упирается в необходимость подбора таких подвоев и сорто-подвойных комбинаций груши [9].

Самые распространенные клоновые подвои для груши – различные формы айвы. Впервые систематизация айвы была проведена еще в начале XX столетия в Англии. Было выделено 7 типов айвы. В последующие годы часть из них, у которой была выявлена полная несовместимость со всеми сортами груши, была отбракована. В настоящее время ведется выявление клонов и выведение новых форм [5, 11].

Значительная работа по селекции подвойных форм айвы проводится во Франции, Польше, Украине, России, в том числе и в Крыму.

На полуострове, при большом количестве перспективных высокопродуктивных сортов, в том числе собственной селекции, возникает вопрос подбора подвоев и сорто-подвойных сочетаний, обеспечивающих быструю и высокую продуктивную окупаемость затраченных на закладку насаждений денег. Крымские ученые [5, 11, 12] отмечают, что в Крыму грушу следует выращивать не только на распространенных в регионе айве А, айве ВА 29, но и подвоях местной селекции. Следует создавать новые, адаптированные к местным условиям подвойные формы умеренной силы роста.

Однако, при выращивании груши на айве необходимо учитывать то, что айвовые подвои зачастую несовместимы с большинством существующих сортов. По мнению многих авторов [4, 6], в результате взаимодействия разных форм клоновых подвоев с заокулированными на них сортами между ними, осуществляется определенный обмен веществ, влияющий на ростовые процессы молодых растений груши, на их совместимость, стойкость к стрессам, плодоношение. Выращивание качественного посадочного материала на подвоях, плохо совместимых с большинством сортов груши, требует применения промежуточной вставки. Использование интеркаляра удлиняет срок выращивания саженцев и увеличивает затраты на их производство [10]. Изучение и внедрение в производство новых форм айвы в качестве клоновых подвоев груши является актуальной задачей для создания интенсивных насаждений.

Исходя из актуальности проблемы отбора клоновых подвоев для груши в интенсивных и суперинтенсивных садах, целью исследований является изучение хозяйственно-биологических свойств новых подвойных форм айвы в маточнике, питомнике и саду, выделение из числа изучаемых наиболее перспективных, адаптированных к местным природно-климатическим условиям формы айвы для использования их в скороплодных, интенсивных насаждениях груши.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в 2003–2019 гг. в маточнике Крымской опытной станции садоводства, ныне отделение Никитского ботанического сада. Объектами исследований служили подвойные формы айвы: айва А, МА, ВА 29, крымской селекции серии КА: КА 53, 61, 86, 92, украинские подвои 5–5 к и 1–10 к. Схема посадки в полях – 140 x 20 см. При проведении исследований учитывали приживаемость отводков, устойчивость

их к различным факторам окружающей среды, а также морфологические и биометрические показатели растений.

Исследование проводили по стандартным методикам сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [7], изучения подвоев по методике И.П. Гулько [2].

Статистическая обработка данных выполнена по Доспехову [3].

Результаты и обсуждение. В Крыму накоплен определенный опыт применения различных подвоев для груши. На полуострове, до недавнего времени, наиболее распространенным подвоем для этой ценной культуры были сеянцы европейской лесной груши (*Pyruspyraster*Burgsd.), которые характеризуются высокой устойчивостью к повышенному содержанию карбонатов в почве и хорошей совместимостью со всеми сортами груши. Тем не менее, деревья на этом подвое поздно вступают в плодоношение и требуют значительных затрат труда на их выращивание. В разные годы изучали разные семенные подвои: грушу лесную, иволистную, лохолистную, сеянцы Хурт Армуда, сеянцы айвы. Изучали также в качестве подвойных форм сеянцы китайских сортов груши из группы Бретшнейдера, которые отличаются устойчивостью к засухе и грибным болезням. Основным недостатком семенных подвоев является сильнорослость и более поздние сроки вступления в плодоношение. Среди изученных нами подвойных форм были отобраны виды, обладающие сдержанной силой роста, приспособленностью к почвенно-климатическим условиям Крыма, высокой продуктивностью. Для промышленного садоводства рекомендованы в качестве подвоев для груши сеянцы груши лесной, лохолистной и груши Бретшнейдера (Сян-Ли и Цзы-Ли) [1].

Однако, на современном этапе развития интенсивного садоводства большое внимание уделяется ресурсосберегающим технологиям, одним из элементов которых является использование слаборослых, прежде всего, клоновых подвоев. Деревья на этих подвоях более скороплодны и формируют высокую продуктивность. Кроме того, на слаборослых подвоях ускоряется окупаемость капитальных вложений на создание таких насаждений.

Основным недостатком клоновых подвоев айвы является несовместимость их с большинством сортов, высокая требовательность к почвенным и агротехническим условиям. Особенности крымских почв (высокое содержание карбонатов), дефицит осадков и некоторые другие неблагоприятные факторы среды, негативно влияющие на подвои, не позволяют в полной мере раскрыть потенциал груши и являются сдерживающим фактором широкого применения айвы в качестве подвоя для груши.

Учитывая глобальные изменения климата, происходящие в последние десятилетия (атмосферная засуха, малое количество осадков в вегетационный период) и недостаток поливной воды необходимо вести подбор подвоев и сортов, устойчивых к био-и абиотическим факторам. На основании богатого экспериментального материала, полученного в научных учреждениях Крыма

и передового производственного опыта, выделены наиболее перспективные подвои и разработаны конкретные рекомендации по их применению и размножению. Для груши это сеянцы груши лесной и айва.

Исследования во всех подразделениях садоводства проводили в 2006-2019 гг. В маточник подвои посадили осенью 2006 года. Приживаемость – 98%. Сохранность растений в коллекционном маточнике в 2006–2019 составляет 92-98%. Общее состояние растений, изучаемых подвойных форм, отвечает 5 баллам. Биометрические данные изучаемых подвоев за все годы показывают, что достоверных различий по силе роста между вариантами не отмечается. Визуально отводки КА 53 более рослые, чем КА 92, таблица 1.

Таблица 1. Биометрические показатели роста подвойных форм для груши в маточнике (средние за 2010–2017 гг.)

Подвойная форма	Общее состояние, балл	Сила роста побегов, балл	Средний диаметр штамба, мм ²	Средняя высота побегов, см
ВА 29 (к)	5,0	3,0	12,3	69
КА 53	5,0	3,0	13,1	71
КА 86	5,0	3,0	12,4	68
КА 92	5,0	3,0	11,7	61
ИС 2-10	5,0	3,0	12,0	63
МА	5,0	3,0	12,2	73

Отрастание побегов отмечено в 2008-2011 годы в начале апреля, в последующие (2016–2017 гг.) почки распускались несколько раньше (конец марта). Активный рост подвоев наблюдался в мае-июне. В годы повреждения древесины побегов возвратными заморозками на 0,5-1,0 баллов (2006, 2010 гг.), ростовые процессы были замедлены. Замедление роста отмечено также в 2017 году, когда в мае зафиксировано выпадение града, повлекшего за собой наклоны и поломку растений. Вторая волна роста отмечалась в третьей декаде июля-августе. Объясняется это особенностями погодных условий вегетационного периода в Предгорной зоне Крыма.

Исследования показали, что продуктивность маточных кустов в значительной мере зависит от потенциальных возможностей подвоев обновлять срезанную надземную часть. Наблюдения за регенерационной способностью маточных кустов изучаемых подвоев, с увеличением возраста, позволяют констатировать ускоренное наращивание отводков. На четвертый год эксплуатации маточника количество побегов в кусте увеличилось в 1,2-2,3 раза. Ускоренное нарастание продуктивности, т.е. увеличение количества побегов, отмечено у подвоев ИС 2-10 и серии КА.

На ростовые процессы влияют как внешние факторы, так и биологические особенности растения. Одним из показательных свойств маточных кустов подвоев является побегообразовательная способность. Подвои КА 53, КА 86, КА 92 характеризуются высокими показателями данного параметра и на 14-17% превышают ВА 29. В первые годы эксплуатации маточника количество побегов в кусте возрастает с 7,1 до 16,2 шт. В контроле этот показатель равен 6,3 и 14,6 шт. Аналогичные данные получены и для подвоя МА. Следует также отметить, что у подвоев МА и ВА 29 наблюдается более медленное нарастание побегообразовательной способности. Максимальное увеличение побегов маточного куста у ВА 29 зафиксировано на девятый, МА и украинских подвоев (ИС 2-10, 5-5 К) на десятый, подвоев крымской селекции (КА 53, КА 86, КА 92) на восьмой год вегетации. Количество побегов в кусте, в этот период, у подвоев серии КА составляет 27,3–29,3 шт., что на 15–20% превышает контроль.

После 5–6 лет эксплуатации маточника айвовых подвойных форм наблюдается значительное завышение головок куста, что влечет за собой затруднение приема окуливания и, вследствие этого, ухудшение процесса укоренения. Для устранения негативных последствий данного явления необходимо проведение омоложения куста, т. е. снижения высоты головки куста путем спиливания на 5–7 см ниже уровня поверхности почвы. В первый год после проведения данной операции снижается количество побегов в кусте, затем повторяется цикл наращивания продуктивности.

Таким образом, в результате исследований установлено, что более высокой способностью к образованию побегов, в условиях предгорного Крыма, обладают подвои крымской селекции – КА 53, КА 86, КА 92. Следует отметить высокую адаптационную способность исследованных подвоев. Смена погодных условий в годы выращивания не имела негативного влияния на продуктивность маточных кустов, что показывает их достаточно высокую приспособленность к неблагоприятным факторам.

Одним из важных признаков, характеризующих пригодность подвоев для дальнейшего использования, является устойчивость к болезням, вредителям, био-и-абиотическим факторам среды. Установлено, что айва ВА 29, айва А и МА не стойки к проявлению хлоротической этиоляции листьев, ускоряющей сроки листопада. В наших условиях это явление отмечается в сентябре. Хлорозом листья ВА 29 во все годы исследований повреждались на 2,5-4,0 баллов, ИС 2-10 – на 3,2-5 баллов, КА 53, КА 86, КА 92 – 0,5-1,0 баллов.

В результате экспедиционных исследований в разных зонах Крыма и клоновой селекции отобрано 12 форм айвы, которые были изучены в маточниках Симферопольского и Бахчисарайского районов на высококарбонатных почвах. Выделены 4 подвойные формы, которые затем были изучены в питомнике и саду. Две из них (КА 53 и КА 92) внесены в Реестр сортов РФ.

Выбор перспективных подвоев для интенсивного садоводства предусматривает необходимость изучения структурно-морфологических особенностей

корневой системы. Структура корневой системы тесно связана с хлорозо- и засухоустойчивостью. Основная масса корней ВА 29 проникает на глубину 0,5-1,5 м; у подвоев серии КА 0,2-1,7 м, что влияет на способность поглощать необходимую для растений воду. Однако, корневая система ВА 29, в основном стержневая, растущая вертикально вниз. Подвои селекции станции имеют более мочковатые корни. Всасывающие корешки расположены, в большей степени в слое почвы 40-50 см. Этим можно объяснить стойкость крымских подвоев к высокому содержанию в почве карбонатов. Пахотный слой более окультурен и имеет меньший уровень CaCO_3 (19–21%), чем на глубине свыше 50 см (25–35%). Степень повреждения хлорозом всех изучаемых сортов (Бере Арданпон-к., Изумрудная, Изюминка Крыма, Мария, Мрия, Отечественная, Таврическая) на подвоях (ВА 29-к., КА 53, КА 61, КА 86, КА 92), все годы исследований, составляла в контроле- 3,0-3,5, в остальных вариантах – 0,2-1,5 баллов. Подвои серии КА, а также все сорта кроме Бере Арданпон селекции Крымской опытной станции садоводства.

Главным показателем характеристики клоновых форм при размножении их в отводочном маточнике является их продуктивность, то есть выход отводков с 1 куста и, в конечном итоге, с единицы площади, таблица 2.

Таблица 2. Продуктивность клоновых подвоев для груши в маточнике. Год посадки - 2006. Схема – 1,5 x 0,2 м

Подвои	Выход отводков по годам					
	всего укорененных, тыс.шт		стандарт		нестандарт, %	
	2018 г.	средний за 2007-2018 гг.	тыс. шт.	%	недогон	переростки
ВА 29 (к)	333,3	321,3	276,6	83	5,5	11,5
КА 53	366,3	363,9	311,3	85	5,7	9,3
КА 86	359,6	357,4	303,1	84	6,3	9,7
КА 92	388,4	366,1	326,2	84	11,3	4,7
ИС 2-10	361,2	357,8	307,8	86	4,9	9,1
5-5 К	341,4	337,6	280,2	83	8,4	8,6
МА	329,4	319,6	265,3	83	4,7	12,3
НСР ₀₅	21,9	26,4	27,2	$F_{\phi} < F_{05}$	2,6	2,1

Анализ продуктивности маточных кустов за 11 лет исследований показывает, что самым высоким общим выходом отводков характеризуется подвой КА 92, который в среднем за годы исследований равен 366,1 тыс.шт./га, что на 14 % превышает контроль. Стандартные отводки в этом варианте составляют 84 %. Аналогичные показатели продуктивности маточных кустов отмечены у

КА 53, КА 86 и ИС 2-10. Выход отводков подвоя 5-5 К незначительно превышает контроль (ВА 29) и достигает 337 тыс. шт. Продуктивность МА отмечена на уровне ВА 29 (319,6 тыс.шт.). Структурный состав маточных кустов всех изучаемых подвоев составляет 83-86% стандартных отводков. Неоднороден он по количественному составу нестандартта. Исследуемые формы клоновых подвоев характеризуются некоторым количеством недоросших до стандарта отводков в маточном кусте. Установлено, что в среднем за годы исследований эта цифра варьирует от 4,7 до 11,3 % в общем выходе отделяемых укорененных побегов. Помимо присутствия в айвовом маточнике недогонов, отмечается также наличие переростков, особенно у айвы ВА 29 – 11,5, МА – 12,3 и КА 53 – 9,7 %. Самый низкий процент переростков у КА 92 – до 4,7%. Незначительным количеством этого калибра характеризуются также подвои 5-5 К (8,6 %) и ИС 2-10 (9,1%).

Выводы. Таким образом, анализируя полученные многолетние данные, можно сделать вывод о том, что на проявление свойств клоновых подвоев и повышение продуктивности значительно влияют агроклиматические условия произрастания и их побегообразовательная способность. Все подвойные формы неодинаково реагируют на резкие смены температурного режима и водного баланса, проявляют разную адаптивность к региональным факторам от которых зависит хозяйственная значимость. Нашими исследованиями подтверждена закономерность этой зависимости и выяснено, что наиболее приспособлены к условиям крымского полуострова и обладают высоким биологическим потенциалом подвои собственной селекции – КА 53, КА 86, КА 92.

Список использованных источников:

1. Бабина Р.Д., Танкевич В.В., Хоружий П.Г. Оценка перспективных семенных подвоев для груши в Крыму // Плодоводство и ягодоводство России. – Сб. научных работ. – Москва, 2016. –Т. XXXXYII. – С. 35-39.

2. Гулько И.П. Методические рекомендации по комплексному изучению клоновых подвоев яблони – К., 1982. – 20 с.

3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Учеб. пособие. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

4. Коровин В.А. Некоторые особенности взаимодействия привоя и

References:

1. Babina R.D., Tankevich V.V., Khoruzhiy P.G. Evaluation of perspective seed stock for pear in Crimea // Fruit and berry growing in Russia. – Collection of scientific works. – Moscow, 2016. – V.XXXXYII. – P. 35-39.

2. Gulko I.P. Methodological Recommendations on comprehensive study of the clonal apple rootstocks. – K.: Agrarian science, 1982. – 20 p.

3. Dospichov B.A. Methods of field experiment (basis statistic processing of study results are included). – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p. [in Russian].

4. Korovin V. A. Some Features of Interaction between Apple Tree

подвоя яблони в связи с их совместимостью // Науч. тр. "Клоновые подвои в интенсивном садоводстве". – М.: Колос, 1973. – С. 93-100.

5. Коровин В.А. Слаборослые подвои для яблони и груши // Садоводство, 1981. – №10. – С. 24-26.

6. Красноштан А.О., Трохимчук В.А. Фізіологічні процеси в саджанцях груші залежно від форми клонової підщепи / Біологічні науки і проблеми рослинництва. – Умань: Уманська ДАА, 2003. – С. 85-90.

7. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: изд-во ВНИИСПК, 1999. – 608 с.

8. Сотник А.И., Бабина Р.Д., Танкевич В.В. Актуальные аспекты развития садоводства в республике Крым // Плодоводство и ягодоводство России. – М., 2017. – Т. XLIX. – С. 312-315.

9. Сотник А.И., Танкевич В.В. Оценка адаптационного потенциала сорто-подвойных сочетаний груши (*Pyrus communis* L) в условиях Крыма // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар, 2017. – № 4 (67). – С. 245-249.

10. Танкевич В.В., Попов А.И. Использование разных способов выращивания саженцев груши на айве / В.В. Танкевич, А.И. Попов // 36. Наукових праць інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. – Київ, 2012. – Вип.16. – С. 236-238.

11. Танкевич В.В. Результат многолетнего изучения клоновых подвоев яблони и груши в Крыму. Сборник «Плодоводство, семеноводство, инт-

Graft & Rootstock Relative to Their Compatibility // Scientific paper "Clonal Rootstocks in Intensive Horticulture". – М.: Колос, 1973. – П. 93-100.

5. Korovin V.A. Dwarf Rootstocks for Apple and Pear Trees // Sadovodstvo. 1981. – №10. – P. 24-26.

6. Krashoshtan A.O., Trohimchuk V.A. Physiological processes in pear seedlings depending on the form of clonal rootstock / Biological sciences and plant growing problems. – Uman: Uman SAA, 2003. – P. 85-90.

7. Program and Procedure of Grade Study of Horticultural Crops, Small Fruit Crops and Nut – Fruited Crops / Under the Edition shih of ing House VN JJSPK, 1999. – 608 p. [in Russian].

8. Sotnik A.I., Babina R.D., Tankevich V.V. Actual aspects of the development of gardening in the Republic of Crimea // Fruit growing and berry growing in Russia, 2017. – Т. XLIX. – P. 312 - 315.

9. Sotnik A.I., Tankevich V.V. Assessment of the adaptive potential of variety-rootstock pear combinations (*Pyrus comunis* L) in the Crimea // Proceedings of the Kuban State Agrarian University.-Krasnodar, 2017. – №4 (67). – P. 245-249.

10. Tankevich V.V., Popov A.I. Use of different ways of growing pear seedling on quince // Collection of scientific works of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Scinces of Ukraine. – Kyiv, 2012. – Extr. 16. – P. 236-238.

11. Tankevich V.V. The Result of the Long-term Study Of Apple And Pear Clonal Rootstocks In The Crimea. Collection «Gardening, Seed Growing,

roduktsiya drevesnykh rasteniy». Krasnoyarsk, 2018. – S. 229-232.

12. Татаринов А. Н., Павлов Г. Д. Садоводство на слаборослых подвоях // В кн.: Клоновые подвои в интенсивном садоводстве. – К.: Урожай, 1976. – 176 с.

Introduction Of Woody Plants». Krasnoyarsk, 2018. – P. 229-232.

12. Tatarinov A. N., Pavlov G. D. The Gardening on Dwarf Rootstocks // In the book: Clonal Rootstocks in Intensive Horticulture. – K.: Urozhay, 1976. – 176 p.

Сведения об авторах:

Танкевич Валентина Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник, отделение «Крымская опытная станция садоводства» Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр Российской академии наук», e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru.

Сотник Александр Иванович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующий отделом плодовых культур, ведущий научный сотрудник, отделение «Крымская опытная станция садоводства» ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН». e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru.

Information about the authors:

Tankevich Valentina Viktorovna – Candidate of agricultural Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher, Department “Crimean Gardening Research Station”, Federal State Budget Scientific Institution «Nikitsky Botanical Garden – National Science Center of the Russian Academy of Sciences», e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru.

Sotnik Alexander Ivanovich – Candidate of agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of fruit crops Department, Leading Researcher, Department «Crimean Gardening Research Station», FSBIS «Nikitsky Botanical Garden – National Science Center of the RAS», e-mail: sadovodstvo.koss@mail.ru.

УДК: 634.51:631.526.32

**СОВМЕСТИМОСТЬ СОРТОВ
ОРЕХА ГРЕЦКОГО С ПОДВОЕМ
ОРЕХ ЧЕРНЫЙ В УСЛОВИЯХ
ПИТОМНИКА****COMPATIBILITY OF WALNUT
VARIETIES WITH BLACK
WALNUT ROOTSTOCK IN
NURSERY CONDITIONS****Копылов В.И.**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор;**Корниенко П.С.**, аспирант;**Потанин Д.В.**, кандидат сельскохозяйственных наук;

Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

Kopylov V.I., Doctor of agricultural Sciences, Professor;**Kornienko P.S.**, Ph.D. student;**Potinin D.V.**, Candidate of agricultural Science;

Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

В статье приведены данные по совместимости перспективных сортов ореха грецкого латерального типа плодоношения (Чендлер, Франкет и Идеал) с подвоем сеянцы ореха черного. Описаны особенности роста подвоя сеянцев ореха черного в школке сеянцев по сравнению с сеянцами ореха грецкого. Проведен анатомический анализ прижившихся и неприжившихся прививок. Показаны особенности выращивания посадочного материала ореха грецкого привитого на сеянцах ореха черного и его сравнение с получением посадочного материала со стандартным подвоем.

Ключевые слова: орех грецкий, орех черный, прививка, питомник, подвой.

The article presents data on the compatibility of promising varieties of walnut of the lateral type of fruiting (Chandler, Franket and Ideal) with the rootstock of black walnut seedlings. The article describes the growth features of black walnut seedlings rootstock in the seedling school in comparison with walnut seedlings. Anatomical analysis of inoculated and non-inoculated inoculations was performed. The features of growing planting material of walnut grafted on black walnut seedlings and its comparison with obtaining planting material with standard rootstock are shown.

Keywords: walnut, black walnut, grafting, nursery, rootstocks.

Введение. Один из способов интенсификации плодовых насаждений является увеличение количества урожая с единицы площади за счет увеличения плотности посадки путем сокращения площади питания деревьев. Для достижения высокой плотности посадки промышленных насаждений ореха грецкого необходимо перейти на подвой, который снизит интенсивность роста деревьев.

На территории России часто встречаются схемы посадки ореха грецкого в промышленных насаждениях 8*8, 10*8 и 10*10 м, в свою очередь, за рубежом

в интенсивных насаждениях ореха грецкого схема посадки деревьев достигает 6*4 м [4].

Согласно данным многих литературных источников, для получения саженцев ореха грецкого могут быть использованы следующие подвои: сеянцы ореха грецкого, сеянцы ореха черного, орех Зибольда, сеянцы ореха серого, сеянцы ореха маньчжурского, гибрид Paradox и другие. Согласно данным, такой подвой, как сеянцы ореха черного снижают силу роста деревьев ореха грецкого, делая их среднерослыми, что позволит повысить плотность посадки на единице площади [3,8].

Однако следует отметить, что орех черный не является прямым родственником ореха грецкого. Растения этих видов могут отличаться по биологии и физиологии своего развития в период вегетации и покоя. При этом возможно проявление несовместимости отдельных сортов при применении данного подвоя.

Проблемы совместимости ореха грецкого с близкими родственниками изучали такие ученые, как Цуркан И.П., Жадан В.М., Coggeshall, M.V.; Beineke, W.F. и другие, которые, в свою очередь, отметили совместимость, или же наоборот – полную несовместимость некоторых сортов ореха грецкого с сеянцевыми подвоями ореха черного [1,2,4,5].

Исходя из этого, целью исследований стало определение степени совместимости сортоподвойных комбинаций при использовании ореха черного в качестве подвоя для сортов латерального типа плодоношения в условиях питомника.

В ходе исследований необходимо определить: степень совместимости перспективных сортов ореха грецкого латерального типа плодоношения с подвоем сеянцы ореха черного и оптимальный способ получения стандартного посадочного материала ореха грецкого с кроной привитого на сеянцах ореха черного и ореха грецкого, а также провести анатомический анализ прижившихся и неприжившихся прививок изучаемых сортов для выявления несовместимости сортоподвойных комбинаций.

Из всего вышеперечисленного можно сделать вывод, что изучение совместимости сортов интенсивного типа (латерального плодоношения) ореха грецкого с перспективным подвоем сеянцы ореха черного в условиях юга России является целесообразным.

Материал и методы исследований. В качестве подвоя использовались сеянцы ореха черного, сеянцы ореха грецкого. В качестве привоя были использованы черенки ореха грецкого латерального типа плодоношения сортов Идеал, Чендлер и Франкет. Схема посева подвоев в маточнике 70*20 см.

Получение саженцев проводилось путем настольной прививки способом улучшенной копулировки (с язычком). Черенки привоя заготавливались с маточных растений за 3-5 дней до проведения прививочной кампании. Перед закладкой на стратификацию, копуляционный срез на апикальной части привоя был запарафинирован для уменьшения потери влаги во время стратификации (рис. 1).



Рисунок 1. Настольная прививка ореха грецкого способом улучшенной копулировки

Стратификация готовых саженцев проводилась в ящиках с пропаренными опилками. Режим температуры в стратификационной камере составлял 24-26 °С, влажность воздуха находилась в пределах 80 %. Срок проведения стратификации – три недели. Окончанием срока стратификации являлось круговое срастание каллусов у привоя и подвоя на привитых растениях (рис. 2).



Рисунок 2. Стратификация готовых прививок ореха грецкого

После окончания стратификации проводилась отбраковка и высадка сросшихся привитых растений в первое поле питомника. Схема посадки в первом поле питомника составляла 70*30 см. В течение вегетации проводились измерения темпов прироста вегетативной массы, анатомический анализ прижившихся и неприжившихся прививок, электросопротивление в системе привой-подвой и привой-почва.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что сеянцы ореха черного обладают более интенсивным ростом, нежели сеянцы ореха грецкого. В первый год у 82 % сеянцев ореха черного диаметр корневой шейки достиг оптимальных размеров, пригодных для проведения зимней настольной прививки, в отличие от сеянцев ореха грецкого. В свою очередь, у сеянцев ореха грецкого, в первый год после посадки были пригодны к зимней прививке всего 8 %. Это

объясняется тем, что по сравнению с орехом черным, у сеянцев ореха грецкого менее развита корневая система, как по длине, так и в степени разветвленности.

Установлено, что изучаемые сорта ореха грецкого, привитые на сеянцы ореха черного после отбраковки показали приблизительно одинаковую срастаемость каллусных тканей и развитие привитых растений. Это подтверждается отсутствием статистической разницы между сортоподвойными комбинациями (табл. 1). В то же самое время, данные сорта, привитые на сеянцах ореха черного показали, что сорта Чендлер и Франкет имеют практически одинаковую срастаемость. Сорт Идеал, по нашему мнению, уже в условиях стратификационной камеры проявляет низкую совместимость, поскольку круговое образование каллусных тканей на срезах подвоя и привоя встречается всего 5 % прививок. При этом, сорта Чендлер и Франкет на этом подвое имеют приживаемость 33,8 и 32,2 % соответственно. При прививке на подвой сеянцы ореха грецкого приживаемость сорта Идеал составила 27,7 %, что, в свою очередь, входит в допустимый диапазон НСР₀₅.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что сорт Идеал является несовместимым с подвоем сеянцев ореха черного.

Таблица 1. Приживаемость зимних прививок

Сорт	Подвой	
	Сеянцы ореха черного	Сеянцы ореха грецкого
	Приживаемость, %	
Чендлер	33,8%	34,2%
Франкет	32,2%	30,4%
Идеал	5%	27,7%
НСР ₀₅	1,8	7,4

После высадки прививок в первое поле питомника проводились исследования электросопротивления тканей в системе привой-подвой и привой-почва, которое показало, что у растений с неприжившейся привойной частью разомкнута электрическая цепь. Это показывает, что между привоем и подвоем растения не осуществляется обмен водой и питательными веществами и нецелесообразно их высаживать в поле питомника для выращивания саженцев из зимних прививок. Однако, неприжившиеся привитые растения могут быть использованы для производства саженцев окулянтов с применением раннелетней окулировки.

Механическая прочность саженцев в первом поле питомника оказалась недостаточной. Также был проведен анатомический анализ прижившихся привитых растений, имеющих низкие темпы роста и развития. Было установлено, что отторжение (некроз тканей) в основном идет от привойной части (рис. 3).



Рисунок 3. Некроз тканей зимних прививок ореха грецкого привитого на орехе черном

Следует отметить, что саженцы, привитые на сеянцах ореха черного в первый год после высадки, не дали существенный прирост. Максимальный прирост составил 22,5 см.

Отечественная литература не располагает данными по динамике роста саженцев ореха грецкого на второй год вегетации в условиях питомника и лишь в некоторых зарубежных источниках встречалась информация, которая указывала на существенный прирост вегетативной массы на второй год после посадки.

На вторую вегетацию саженцы ореха грецкого, привитые на сеянцах ореха черного, показали потенциальную возможность формирования генеративных органов. К концу мая максимальный прирост надземной части привитого растения составлял 83 см.



Рисунок 4. Плодовые образования саженцев ореха грецкого во втором поле питомника (сорт Франкет)

Также следует отметить, что на 3-5% саженцах встречались плодовые почки и даже плоды. Из чего следует сделать вывод, что саженцы ореха грецкого,

привитые на сеянцы ореха черного способны быстро вступать в промышленное плодоношение (рис. 4).

Около 21% саженцев сформировали боковые ответвления, что позволяет получать кронированный посадочный материал на сеянцах ореха черного.

Выводы:

1) Наиболее перспективным способом получения привитых саженцев ореха грецкого на подвое сеянцев ореха черного оказалась зимняя настольная прививка;

2) В ходе анатомирования слаборастущих прижившихся окулянтов был обнаружен некроз тканей, идущий в основном от подвоя.

3) Установлено, что на вторую вегетацию саженцы ореха грецкого привитые на сеянцах ореха черного показали потенциальную возможность формирования генеративных органов.

Список использованных источников:

1. Алентьев П. Н. Орех Черный в республике Адыгея.: дис. канд. с.-х. наук: 06.03.01 Алентьев Павел Николаевич. – Майкоп, 2000. – 160 с.

2. Жадан В.М. Основные итоги исследований и перспективы промышленной культуры грецкого ореха и фундука в Молдавии и на юге Украины [Электронный ресурс] URL: <http://www.orehi.net.ua/content/view/35/1/> (дата обращения: 18.07.20).

3. Потанин Д.В. Изучение возможности создания более продуктивных саженцев ореха грецкого для промышленных насаждений юга России / Д. В. Потанин, А. С. Судак // Международный научно-исследовательский журнал. – 2018. – № 9 (75) Часть 2. – С. 38–40.

4. Цуркан, И.П. Грецкий орех / И.П. Цуркан. - Кишинев: изд-во «Карта Молдовеняскэ», 1973. - С. 104-112.

5. Шехмирзова М.Д. Культуры ореха черного в долине реки кубань и ее притоков / Шехмирзова М.Д., Бельмехов Р.Д // доклады участников семинара «Экологические проблемы современности»: Майкоп – 2009.

References:

1. Alentyev P. N. Black Walnut in the Republic of Adygea.: dis.candidate of agricultural Sciences: 06.03.01 Alentyev Pavel Nikolaevich. – Maykop, 2000. – 160 p.

2. Zhadan V. M. Main results of research and prospects of industrial culture of walnuts and hazelnuts in Moldova and in the South of Ukraine [Electronic resource] URL: <http://www.orehi.net.ua/content/view/35/1/> (accessed: 18.07.20).

3. Potanin D. V. Study of the possibility of creating more productive walnut seedlings for industrial plantings in the South of Russia / D. V. Potanin, A. S. Sudak / / International research journal. – 2018. – № 9 (75) Part 2. – P. 38-40.

4. Tsurkan, I. P. Walnut / I. P. Tsurkan. Kishinev: publishing house "Kartya Moldovenyaske", 1973, Pp. 104-112.

5. Shehmirzova M. D. black walnut Culture in the Kuban river valley and its tributaries / shehmirzova M. D., Belmekhov R. D. // reports of participants of the seminar "Ecological problems of modernity": Maykop – 2009.

6. Achim, G.H. and Botu, I. (2001). RESULTS IN WALNUT PROPAGATION BY USING DIFFERENT METHODS. *Acta Hort.* 544, 503-509.
7. Coggeshall, M.V.; Beineke, W.F. 1997. Black walnut vegetative propagation: the challenge continues. In: Van Sambeek, J.W., ed. Knowledge for the future of black walnut: 5th Black walnut symposium; 1996 July 28-31; Springfield, MO. Gen. Tech. Rep. NC-191. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station: 70-77.
8. Leslie, C.A. and McGranahan, G.H. (2014). THE CALIFORNIA WALNUT IMPROVEMENT PROGRAM: SCION BREEDING AND ROOTSTOCK DEVELOPMENT. *Acta Hort.* 1050, 81-88.
9. Sharma, S.D. and Kumar, K. (2001). PRESENT STATUS AND PROBLEMS OF WALNUT CULTIVATION IN INDIA. – *Acta Hort.* 544, 599-604.
6. Achim, G.H. and Botu, I. (2001). RESULTS IN WALNUT PROPAGATION BY USING DIFFERENT METHODS. *Acta Hort.* 544, 503-509.
7. Coggeshall, M.V.; Beineke, W.F. 1997. Black walnut vegetative propagation: the challenge continues. In: Van Sambeek, J.W., ed. Knowledge for the future of black walnut: 5th Black walnut symposium; 1996 July 28-31; Springfield, MO. Gen. Tech. Rep. NC-191. St. Paul, MN: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station: 70-77.
8. Leslie, C.A. and McGranahan, G.H. (2014). THE CALIFORNIA WALNUT IMPROVEMENT PROGRAM: SCION BREEDING AND ROOTSTOCK DEVELOPMENT. *Acta Hort.* 1050, 81-88.
9. Sharma, S.D. and Kumar, K. (2001). PRESENT STATUS AND PROBLEMS OF WALNUT CULTIVATION IN INDIA. *Acta Hort.* 544, 599-604.

Сведения об авторах:

Копылов Владимир Иванович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: vi.kopilov@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Корниенко Петр Сергеевич – аспирант кафедры плодовоовощеводства и виноградарства Агротехно-

Information about the authors:

Kopylov Vladimir Ivanovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Agrotechnological Academy of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: vi.kopilov@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

логической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: petrkornienko@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Потанин Дмитрий Валериевич – кандидат с.-х. наук Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: potanin.07@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Kornienko Petr Sergeevich – Ph. D. Student of the Department of Fruit Growing and Viticulture of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: petrkornienko@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy FSAEI HE of the «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

Potanin Dmitry Valerievich – Candidate of agricultural Sciences, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: potanin.07@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

УДК 632.9: 634.25

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА
ЗЕРЕБРА® АГРО
В НАСАЖДЕНИЯХ ПЕРСИКА
С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ
УСТОЙЧИВОСТИ К
КУРЧАВОСТИ ЛИСТЬЕВ**

Михайлова Е.В., кандидат биологических наук;
Карпун Н.Н., доктор биологических наук, доцент;
ФИЦ «Субтропический научный центр РАН».

*Защитное действие регулятора роста Зеребра® Агро в чистом виде и в комбинации с фунгицидами, нормы расхода которых были в два раза ниже, чем при производственной обработке, превышало результаты, полученные при производственной обработке. Максимальная биологическая эффективность (79,7 %) в отношении курчавости листьев (возбудитель – *Taphrinadeformans*(Berk.) Tul.) отмечалась при применении Зеребра® Агро в баковой смеси с фунгицидами. Применение Зеребра® Агро в течение трех лет приводило к развитию неспецифического индуцированного иммунитета персика, которое выражается в обратной корреляционной связи степени развития курчавости и активности ферментов антиоксидантной системы.*

Ключевые слова: курчавость листьев персика, индуцированный иммунитет, Зеребра® Агро, степень развития болезни, антиоксидантная система, каталаза, пероксидаза.

**APPLICATION OF THE GROWTH
REGULATOR ZEREBRA® AGRO
IN PEACH PLANTINGS TO
IMPROVE RESISTANCE TO LEAF
CURL**

Mikhailova Ye.V., Candidate of biological Sciences;
Karpun N.N., Doctor of biological Sciences, Docent;
FRC «Subtropical Scientific Centre of the RAS».

*The protective effect of the growth regulator Zerebra® Agro in its pure form and in combination with fungicides, the consumption rates of which were two times lower than during production treatment, exceeded the results obtained during production treatment. The maximum biological effectiveness (79.7%) in relation to peach leaf curl (pathogen – *Taphrina deformans* (Berk.) Tul.) in variant with Zerebra® Agro with fungicides was observed. The use of Zerebra® Agro for three years led to the development of non-specific induced peach immunity, which is expressed in an inverse correlation between the degree of leaf curl development and the activity of antioxidant system enzymes.*

Key words: peach leaf curl, induced immunity, Zerebra® Agro, degree of disease development, antioxidant system, catalase, peroxidase.

Введение. Возделывание персика в условиях влажных субтропиков России сталкивается с серьезной проблемой интенсивного развития курчавости листьев, возбудителем которой является аскомицет (*Taphrinadeformans* (Berk.) Tul.) [8; 9]. В борьбе с болезнью наиболее эффективным методом является химический. Неоднократное применение химических фунгицидов позволяет повысить урожай на 10-30 % и более. При этом фунгициды со временем накапливаются в почве и оказывают неблагоприятное воздействие на компоненты агроценоза [9]. Проникая в растения, пестициды могут изменять физико-химические свойства протоплазмы клеток, следствием чего являются нарушения физиолого-биохимических процессов, протекающих в растениях. В результате возможно перераспределение веществ между органами растений, стимуляция либо угнетение синтеза отдельных питательных веществ, разрушение особо ценных соединений, а также образование токсических веществ [18].

Вследствие этого перспективным направлением в защите растений от болезней является стимулирование природных защитных механизмов растений на основе использования препаратов различной природы [13;18]. Система регуляции биохимических механизмов иммунитета во многом определяет и характер протекания таких важнейших физиологических процессов, как рост, формирование новых органов, переход растений к цветению и формированию плодов, старение листьев, переход в состояние покоя и выход из него почек [8]. Известными препаратами, обладающими иммуноиндукторными свойствами, являются Альбит, Имуноцитифит, Экогель. Они на протяжении ряда лет доказали свою эффективность в повышении неспецифического иммунитета различных растений [14]. Тем не менее, в последние десятилетия появляются новые препараты, обладающие помимо набора положительных качеств (например, стимуляция роста, плодоношения, корнеобразования) также и иммуностимулирующим действием. К таким препаратам относится разработка отечественных ученых – регулятор роста растений Зеребра® Агро, ВР, действующим веществом которого является коллоидное серебро, поверхность частиц которого модифицирована полимером полигексаметиленбигуанида гидрохлоридом [7]. Зеребра® Агро обладает подтвержденным фунгицидным и бактерицидным эффектом, механизм которого является комплексным и реализуется по двум направлениям – прямому биоцидному воздействию серебра на патогены и косвенному (элиситорному, иммунизирующему) [19]. Исследования последних лет показали, что препарат Зеребра® Агро способен индуцировать окислительный стресс – защитную реакцию организма растений на неблагоприятные условия внешней среды и фитопатогены [15], что при совместном использовании усиливает и пролонгирует действие химических фунгицидов [12].

Известно, что определяющую роль в системе защитных реакций играют ферменты антиоксидантной системы – каталаза и пероксидаза [16;20]. Возрастание антиокислительного потенциала позволяет растениям противостоять окислительному стрессу, являющемуся неотъемлемой частью инфекционного

процесса [1; 5; 22]. Повышение каталазной активности рассматривается в качестве защитной положительной реакции клеток растений, направленной на их сохранение при биотическом стрессе [11]. Основная функция пероксидаз заключается в обезвреживании активных форм кислорода [2;10;21]. Поэтому изучение реакции окислительной системы на применение того или иного препарата является подтверждением или опровержением его элиситорных свойств.

Целью исследований является оценка эффективности использования регулятора роста Зеребра® Агро в отношении курчавости листьев персика и определение его иммуноиндуцирующих свойств на основе анализа отклика антиоксидантной системы.

Материал и методы исследований. Исследования проводили в 2018-2020 гг. в насаждениях персика сорта *Red Haven* на базе опытного участка ФГБУН «Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр РАН».

Закладка опыта осуществлялась на фоне однократной обработки 3 % бордоской смесью в фазу набухания почек (в 2018 г. в III декаде февраля, в 2019 г. в I декаде марта, в 2020 г. во II декаде марта). Опыт закладывали 3-х кратной повторности через 30-40 дней после фоновой обработки. Оценка интенсивности развития курчавости персика проводилась в соответствии с методическими указаниями по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве [4].

Схема эксперимента:

1. Контроль – обработка водой (без фунгицидов и регулятора роста);
2. Производственная обработка – Делан, ВГ 0,7 кг/га (д.в. дитианон) – 1 обработка; Скор, КЭ 0,2 л/га (д.в. дифеноконазол) – 2 обработки;
3. Зеребра®Агро, ВР 150 мл/га (д.в. коллоидное серебро) с половинными нормами расхода фунгицидов: Делан, ВГ, 0,35 кг/га – 1 обработка, Скор, КЭ 0,1 л/га – 2 обработки;
4. Зеребра®Агро, ВР 150 мл/га (д.в. коллоидное серебро), без фунгицидов 3 обработки.

Все обработки проводились в аналогичные сроки на одних и тех же деревьях в течение трех лет. Диагностика развития заболевания проводилась через 7 суток после каждой обработки персика.

Активность каталазы и пероксидазы в листьях персика определяли в 2020 году, на третий год эксперимента (в первой и третьей декаде июня, после окончания всех обработок) по общепринятым методикам [3; 6; 17].

Все результаты исследований обрабатывали методами статистического анализа в программе MS Excel. Взаимосвязь между уровнем ферментативной активности и степенью развития курчавости листьев персика определяли методом корреляционного анализа.

Результаты и обсуждение. В первый год эксперимента в контрольном варианте опыта наблюдалась умеренная степень развития курчавости листьев персика (табл. 1). Обработка фунгицидами в производственном варианте опы-

та снижала степень развития курчавости в 2-2,5 раза.

При включении в систему защиты Зеребра® Агро совместно с фунгицидами наблюдалось снижение поражаемости листьев курчавостью по сравнению с производственной обработкой, несмотря на снижение в два раза нормы расхода фунгицидов.

При использовании Зеребра® Агро в чистом виде защитное действие носило характер, аналогичный варианту с совместным применением регулятора роста и фунгицидов. Так, после третьей обработки, снижение развития курчавости в варианте Зеребра® Агро в чистом виде степень развития курчавости была значимо ниже производственной обработки, но с вариантом Зеребра® Агро + фунгицид существенных различий не отмечено, что свидетельствует о высокой ответной реакции персика на фитопатоген.

Таблица 1. Степень развития (R, %) курчавости листьев персика (сорт *Red Haven*, Сочи, 2018-2020 г.)

Варианты опыта	2018			2019			2020		
	I декада апреля	I декада мая	I декада июня	I декада апреля	I декада мая	I декада июня	I декада апреля	I декада мая	I декада июня
Контроль	20,1±1,5	19,7±1,5	16,2±1,4	23,1±1,6	20,0±2,8	12,6±1,0	19,3±1,8	13,6±0,8	10,2±0,5
Производственная обработка	9,9±1,1	7,3±0,9	6,0±0,8	9,4±0,8	8,8±1,3	7,8±1,2	8,6±1,3	7,1±0,9	5,8±1,3
Зеребра®Агро в баковой смеси с фунгицидами	7,0±0,9	4,0±0,7	4,8±0,7	4,7±1,2	7,1±1,3	5,4±0,8	3,8±1,0	5,2±0,8	6,0±1,5
4. Зеребра® Агро в чистом виде	8,0±1,0	5,6±0,8	5,0±0,7	5,8±2,0	7,5±0,8	6,4±0,8	7,6±1,2	6,5±0,5	6,7±0,8
НСР ₀₅	1,5	1,4	1,1	1,6	1,5	1,0	1,4	1,0	0,8

На второй год исследований защитное действие Зеребра® Агро было аналогично предыдущему году, что свидетельствует об отсутствии истощения иммунной системы персика. При воздействии Зеребра® Агро совместно с фунгицидами отмечалось более выраженное снижение курчавости по сравнению с

производственной обработкой и этим препаратом в чистом виде.

В 2020 году наблюдалась наиболее низкая степень развития курчавости по сравнению с предыдущими годами исследования. Применение фунгицидов в производственном варианте опыта сдерживало развитие болезни в два раза на протяжении вегетационного сезона. Наиболее низкая степень развития курчавости листьев наблюдалась при применении Зеребра® Агро с фунгицидами в апреле после первой обработки и составила 3,8 %. При применении Зеребра® Агро в чистом виде приводила к результатам, сопоставимым с производственной обработкой.

Таким образом, включение в систему защиты персика препарата Зеребра® Агро способствует снижению развития курчавости листьев, а его способность усиливать действие фунгицидов подтвердилось на новой для препарата культуре.

Защитные свойства Зеребра® Агро в борьбе с курчавостью листьев персика отражает показатель биологической эффективности (рис. 1), который все годы исследований в варианте баковой смеси Зеребра® Агро с фунгицидами был значительно выше, чем в варианте производственной обработки, что является следствием роста защитного действия при сочетанном действии фунгицида с иммуноиндуктором. Также следует отметить высокий уровень этого показателя при применении Зеребра® Агро в чистом виде.

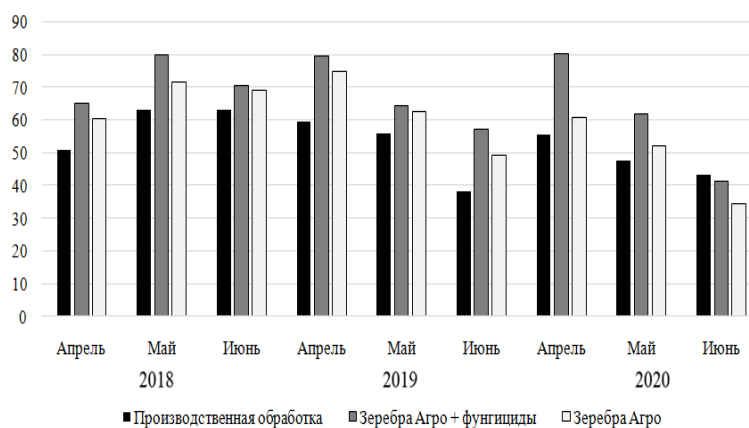


Рисунок 1. Биологическая эффективность препарата Зеребра® Агро в отношении курчавости листьев персика (сорт *Red Haven*, Сочи, 2018-2020 г.)

Низкая биологическая эффективность вариантов на второй и третий год эксперимента связана со снижением степени развития курчавости в контрольном варианте опыта. Однако в апреле 2019 и 2020 гг. при применении Зеребра® Агро с фунгицидами биологическая эффективность составила около 80 %. В мае и июне наблюдалось снижение биологической эффективности как следствие снижения интенсивности заболевания. В июне 2020 г. отмечаются самые низкие показатели биологической эффективности в вариантах опыта с

использованием Зеребра® Агро, хотя эффективность производственной обработки также была невысока.

В 2020 году (на третий год эксперимента) проведено изучение состояния антиоксидантной системы в тканях листовой пластинки. О роли активации ферментов каталазы и пероксидазы в формировании защитной ответной реакции ткани растений на развитие курчавости свидетельствуют данные опытных вариантов. Установлена зависимость степени поражения листьев курчавостью от уровня каталазной активности (табл.2).

Таблица 2. Уровень каталазной (КА, мл О₂/г ткани) и общей пероксидазной активности (ПА, ед. активности соответствует 10000 ед. опт. пл. /г. сырой ткани/сек) листьев персика при применении Зеребра® Агро (сорт *Red Haven*, Сочи, 2020 г.)

Варианты опыта	Результаты обследований							
	I декада июня		III декада июня		I декада июня		III декада июня	
	R*, %	КА	R*, %	КА	R*, %	ПА	R*, %	ПА
Контроль	10,2	32	4,2	26	10,2	111	4,2	102
Производственная обработка	5,8	46	2,0	32	5,8	136	2,0	129
Зеребра Агро в баковой смеси с фунгицидами	6,0	49	2,4	34	6,0	139	2,4	134
Зеребра Агро в чистом виде	6,7	42	3,4	32	6,7	132	3,4	132
Корреляция	-0,8906		-0,9157		-0,9451		-0,9114	

Примечание: *R – развитие курчавости листьев

Повышение болезнестойчивости персика к *T. deformans* при использовании Зеребра® Агро сопровождается ростом активности ферментов антиоксидантной системы. Максимальный уровень активности каталазы отмечался при минимальной степени развития курчавости листьев персика. Установленная взаимосвязь изучаемых показателей фиксировалась как в варианте опыта с использованием Зеребра® Агро в баковых смесях с половинными дозировками фунгицидов, так и при использовании препарата в чистом виде.

Полученные данные подтверждают стимулирующее действие препарата Зеребра® Агро на активность общей пероксидазы, сопровождающееся повышением устойчивости к *T. deformans*. Обработка персика изучаемым препаратом как в чистом виде, так и в баковой смеси с фунгицидами повышала активность общей пероксидазы на фоне снижения развития курчавости листьев. В контрольном варианте опыта максимальная степень развития этого заболе-

вания сопровождалась минимальным значением общей пероксидазы. Тесную взаимосвязь динамики активности изучаемого фермента и уровнем развития *T. deformans* подтверждают высокие коэффициенты корреляции.

Выводы. Таким образом, при применении Зеребра® Агро как в чистом виде, так и совместно с фунгицидами с половинными нормами расхода, отмечено снижение степени развития курчавости листьев персика. Применение Зеребра® Агро в течение трех лет стабильно снижало развитие патогена *T. deformans*, что свидетельствует о том, что при предложенных нормах расхода изучаемого препарата биоэнергетические ресурсы растений сохраняются. Максимальная биологическая эффективность (79,7 %) в отношении курчавости листьев персика отмечена при применении Зеребра® Агро в баковой смеси с фунгицидами.

Рост активности ферментов антиоксидантной системы, а также высокая степень обратной корреляции между степенью развития болезни и уровнем каталазы и пероксидаз в листьях после применения Зеребра® Агро свидетельствуют о формировании неспецифического иммунитета персика, индуцированного препаратом, и, следовательно, о его иммуноиндуцирующих свойствах на культуре персика.

Список использованных источников:

1. Гесслер Н.Н., Аверьянов А.А., Белозерская Т.А. Активные формы кислорода в регуляции развития грибов // Биохимия. – М.: РАН, 2007. – № 72(10). – С. 1342-1364.
2. Граскова И.А., Боровский Г.Б., Колисниченко А.В., Войников В.К. Пероксидаза как компонент сигнальной системы клеток картофеля при патогенезе кольцевой гнили // Физиология растений. – 2004. – Т. 51, № 5. – С. 692-697.
3. Гунар И.И. Практикум по физиологии растений. – М.: Колос, 1972. – С. 102-103.
4. Долженко В.И. Методические указания по регистрационным испытаниям фунгицидов в сельском хозяйстве. – СПб, 2009. – 377 с.
5. Дьяков Ю.Т., Успенская Г.Д., Семенкова И.Г. Общая фитопатология с основами иммунитета. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Колос, 1976. – 256 с.

References:

1. Gessler N.N., Averyanov A.A., Belozerskaya T.A. Active forms of oxygen in the regulation of fungal development // Biochemistry. – М.:RAS, 2007. – № 72(10). – P. 1342-1364.
2. Graskova I.A., Borovsky G.B., Kolisnichenko A.V., Voynikov V.K. Peroxidase as a component of the signal system of potato cells in the pathogenesis of ring rot // Plant Physiology. – 2004. – Vol. 51, № 5. – P. 692-697.
3. Gunar I.I. Workshop on plant physiology. – М.: Kolos, 1972. – P. 102-103.
4. Dolzhenko V.I. Guidelines for registration testing of fungicides in agriculture. – St. Petersburg, 2009. – 377 p.
5. Dyakov Yu.T., Uspenskaya G.D., Semenkova I.G. General phytopathology with the basics of immunity. – 2nd ed., Revised. and add. – М.: Kolos, 1976. – 256 p.
6. Ermakov I.P. Plant physiology. –

6. Ермаков И.П. Физиология растений. – М.: Академия, 2005. – 465 с.
7. Жеребин П.М., Климов А.И., Денисов А.Н., Кудринский А.А., Лисичкин Г.В., Крутяков Ю.А. Коллоидное серебро – новый класс средств защиты растений // Тез.докл. XX Менделеевского съезда по общей и прикладной химии. – Екатеринбург: Уральское отделение РАН, 2016. – Т.1. – С. 292-292.
8. Карпун Н.Н., Пантия Г.Г., Михайлова Е.В., Янушевская Э.Б. Значение иммуностимуляторов в борьбе с курчавостью персика в субтропической зоне черноморского побережья // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2015. – Вып. 55. – С. 152-158.
9. Карпун Н.Н., Пантия Г.Г., Михайлова Е.В., Янушевская Э.Б. Эффективность иммуноиндукторов в борьбе с фитопатогенами персика // Субтропическое и декоративное садоводство: сб. науч. тр. – Сочи: ВНИИ-ЦиСК, 2016. – Вып. 56. – С. 132-136.
10. Креславский В.Д., Лось Д.А. Сигнальная роль активных форм кислорода при стрессе у растений // Физиология растений, 2012. – Т. 59, № 2. – С. 163-178.
11. Колупаев Ю.Е. Активные формы кислорода в растениях при действии стрессоров: образование и возможные функции // Вестник Харьковского нац. аграрного ун-та. Сер. Биология, 2007. – № 3. – С. 6-26.
12. Литвиненко Р. ЗеребраАгро открывает новый подход к возделыванию колосовых культур // Рынок АПК, 2015. – № 5(139). – С. 30-31.
13. Михайлова Е.В., Карпун Н.Н., Янушевская Э.Б. Состояние ключевых М.: Academia, 2005. – 465 p.
7. Zherebin P.M., Klimov A.I., Denisov A.N., Kudrinsky A.A., Lisichkin G.V., Krutyakov Y.A. Colloidal silver is a new class of plant protection products // Abstracts of the XXth Mendeleev Congress on General and Applied Chemistry. – Ekaterinburg: Ural Branch of the RAS, 2016. – Т. 1. – S. 292-292
8. Karpun N.N., Pantia G.G., Mikhailova Ye.V., Yanushevskaya E.B. The value of immunoinductors in the fight against peach leaf curl in the subtropical zone of the Black Sea coast // Subtropical and ornamental horticulture. – Sochi, 2015. – Vol. 55. – P. 152-158.
9. Karpun N.N., Pantia G.G., Mikhailova Ye.V., Yanushevskaya E.B. The effectiveness of immunoinducers in the fight against peach phytopathogens // Subtropical and ornamental horticulture. – Sochi, 2016. – Vol. 56. – P. 132-136.
10. Kreslavsky V.D., Los' D.A. The signal role of reactive oxygen species in plants stress // Plant Physiology, 2012. – Vol. 59, № 2. – P. 163-178.
11. Kolupaev Yu. E. Active forms of oxygen in plants under the action of stressors: formation and possible functions // Bulletin of Kharkov National. Agricultural University. Ser. Biology, 2007. – № 3. – P. 6-26.
12. Litvinenko R. ZerebraAgro opens up a new approach to the cultivation of ears of crops // Market of Agro-industrial complex, 2015. – № 5 (139). – P. 30-31.
13. Mikhailova Ye.V., Karpun N.N., Yanushevskaya E.B. The state of key enzymes of the antioxidant defense system in peach leaves when exposed to immunoinducers // Subtropical and

ферментов антиоксидантной системы защиты в листьях персика при воздействии иммуноиндукторов // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2018. – Вып. 65. – С. 167-174.

14. Михайлова Е.В. Повышение неспецифической устойчивости персика (*Prunus persica* (L.) Batsch) к фитопатогенам при применении иммуноиндукторов: дисс. ... к.б.н. 06.01.07 / Михайлова Елена Валерьевна. – М., 2018. – 130 с.

15. Радчевский П.П., Брыкалов А.В., Кандауров Ю.И., Чич А.А., Прах А.В., Скорубская О.И. Управление величиной и качеством урожая винограда сорта виорика путем применения регулятора роста Зеребра Агро // Политематический сетевой электронный научный журнал КубГАУ, – 2018. – № 137. – С. 123-142.

16. Радюкина Н.Л., Иванов Ю.В., Шевякова Н.И. Методы оценки содержания активных форм кислорода, низкомолекулярных антиоксидантов и активностей основных антиоксидантных ферментов. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 487 с.

17. Рябчинская Т.А., Харченко Г.Л., Саранцева Н.А., Бобрешова И.Ю., Злотников А.К. Биохимические и физиологические предикторы индуцированного иммунитета при обработке растений иммуноиндукторами группы Альбит // Вестник защиты растений, 2008. – № 2. – С. 25-33.

18. Тютюрев С.Л. Научные основы индуцированной устойчивости растений. – СПб: Наука, 2002. – 328 с.

19. Шаповал О.А., Крутяков Ю.А. Зеребра® Агро – регулятор нового поколения // Защита и карантин расте-

ornamental horticulture. – 2018. – Vol. 65. – P. 167-174.

14. Mikhailova E.V. An increase in the non-specific resistance of peach (*Prunus persica* (L.) Batsch) to phytopathogens when using immunoinducers: diss. ... Ph.D. in Biology. – M., 2018. – 130 p.

15. Radchevsky P.P., Brykalov A.V., Kandaurov Yu.I., Chich A.A., Prah A.V., Skorubskaya O.I. Management of the magnitude and quality of grape harvest of Viorika variety by applying the Zerebra Agro growth regulator // Polythematic Network Electronic Scientific Journal of KubGAU. – 2018. – № 137. – P. 123-142.

16. Radyukina N.L., Ivanov Yu.V., Shevyakova N.I. Methods for assessing the content of reactive oxygen species, low molecular weight antioxidants and the activities of major antioxidant enzymes. – M.: Binom. Laboratory of Knowledge, 2011. – 487 p.

17. Ryabchinskaya T.A., Kharchenko G.L., Sarantseva N.A., Bobreshova I.Yu., Zlotnikov A.K. Biochemical and physiological predictors of induced immunity in the treatment of plants with Albit immunoinducers // Bulletin of Plant Protection. – 2008. – № 2. – P. 25-33.

18. Tyuterev S.L. The scientific foundations of induced plant resistance. – St. Petersburg: Nauka, 2002. – 328 p.

19. Shapoval O.A., Krutyakov Yu.A. Zerebra Agro is a regulator of a new generation // Protection and Plant Quarantine, 2017. – № 6. – P. 35-38.

20. Barna B., Adam A.L., Gullner G., Kiraly Z. Role of antioxidant systems and juvenility in tolerance of plants to diseases and abiotic

ний, 2017. – № 6. – С. 35-38.

20. Barna B., Adam A.L., Gullner G., Kiraly Z. Role of antioxidant systems and juvenility in tolerance of plants to diseases and abiotic stresses // *ActaPhytopathologica et EntomologicaHungarica*, 1995. – Vol. 30. – P. 39-45.

21. Foyer C., Lopez-Delgado H., Dat J.F., Scott I.M. Hydrogen peroxide and glutathione-associated mechanisms of acclamatory stress tolerance and signaling // *PhysiologiaPlantarum*, 1997. – Vol. 100. – P. 241-245.

22. Galvez-Valdivieso G., Mullineaux P.M. The role of reactive oxygen species in signalling from chloroplasts to the nucleus // *PhysiologiaPlantarum*, 2010. – Vol. 138(4). – P. 430-439.

stresses // *ActaPhytopathologica et EntomologicaHungarica*, 1995. – Vol. 30. – P. 39-45.

21. Foyer C., Lopez-Delgado H., Dat J.F., Scott I.M. Hydrogen peroxide and glutathione-associated mechanisms of acclamatory stress tolerance and signaling // *PhysiologiaPlantarum*, 1997. – Vol. 100. – P. 241-245.

22. Galvez-Valdivieso G., Mullineaux P.M. The role of reactive oxygen species in signalling from chloroplasts to the nucleus // *PhysiologiaPlantarum*, 2010. – Vol. 138(4). – P. 430-439.

Сведения об авторах:

Михайлова Елена Валерьевна – кандидат биологических наук, заведующая отделом защиты растений Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук», e-mail: mixailovaOZR@mail.ru, 354002, Россия, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28.

Карпун Наталья Николаевна – доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела защиты растений Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр Российской академии наук» e-mail: nkolem@mail.ru, 354002, Россия, г. Сочи, ул. Яна Фабрициуса, 2/28.

Information about the authors:

Mikhailova Yelena Valeriyevna – Candidate of biological Sciences, Head of Department of plant protection, Federal Research Centre the «Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences», e-mail: mixailovaOZR@mail.ru., 354002, Russia, Sochi, Yana Fabritsiusa str., 2/28.

Karpun Natalia Nikolayevna - Doctor of biological Sciences, Docent, Chief researcher of plant protection, Federal Research Centre the «Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences», e-mail: nkolem@mail.ru, 354002, Russia, Sochi, Yana Fabritsiusa str., 2/28.

УДК [633.11“324”:632.51]:632.954

**ЗАСОРЕННОСТЬ
АГРОФИТОЦЕНОЗА
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И
ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ
СОРНЯКОВ В ПРЕДГОРНО-
СТЕПНОМ КРЫМУ**

**INFESTATION OF WINTER
WHEAT AGROPHYTOCENOSIS
AND EFFECTIVENESS OF
CHEMICAL CONTROL OF WEEDS
IN THE FOOTHILL-STEPPE
CRIMEA**

Осенний Н.Г., кандидат сельскохозяйственных наук, профессор;

Ильин А.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Томашова О.Л., кандидат сельскохозяйственных наук, с.н.с;

Веселова Л.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Osenniy N.G., Candidate of agricultural Sciences, Professor;

Ilyin A.V., Candidate of agricultural Sciences, Associate Professor;

Tomashova O.L., Candidate of agricultural Sciences, Leading Researcher;

Veselova L.S., Candidate of agricultural Sciences, Associate Professor;

Agrotechnological Academy, FSAEI HE «Crimean Federal University V.I. Vernadsky».

По результатам четырехлетних исследований посевы озимой пшеницы характеризуются смешанным типом засоренности. Наиболее эффективным для химического контроля сорняков являлось совместное применение баковых смесей противодвудольных препаратов Балерина (0,3 л/га), Мортира (0,025 кг/га), Бомба (0,025 кг/га) с граминицидом Ластик Топ (0,5 л/га).

Ключевые слова: засоренность, гербициды, озимая пшеница

According to the results of four-year studies, winter wheat crops are characterized by a mixed type of contamination. The most effective for chemical control of weeds was the combined use of tank mixtures of against dicotyledonous preparations Ballerina (0.3 l/ha), Mortar (0.025 kg/ha), Bomb (0.025 kg/ha) with graminicide Lastic Top (0.5 l/ha).

Key words: weediness, herbicides, winter wheat.

Введение. Благоприятные условия с теплой и продолжительной осенью, мягкой зимой, складывающиеся в Республике Крым, обуславливают развитие широкого спектра сорняков в посевах озимой пшеницы после непаровых предшественников и существенный недобор ее урожайности. Основным источником засоренности посевов является высокая потенциальная засоренность почвы, которая в пахотном слое (0-30 см) составляет в зависимости от окультуренности полей в богарных условиях 300-800 млн., а на отдельных полях

1,0-1,5 млрд. шт./га семян сорняков [1, 2].

Цель исследований – повышение эффективности комплекса противосорняковых мероприятий в посевах озимой пшеницы совершенствованием химического контроля двудольных и в целом всех сорняков при смешанном типе засоренности.

Задачей исследований являлось изучить эффективность современных гербицидов в подавлении преобладающих в агрофитоценозе двудольных сорняков с учетом адаптации их применения в соответствии со складывающимся и постоянно совершенствующимся ассортиментом, а также агрометеорологическими условиями конкретного сельскохозяйственного года.

Материал и методы исследований. В полевом опыте, проводившемся на протяжении 2015-2019 гг. изучалась эффективность химического контроля двудольных сорняков с применением гербицидов Балерина, Мортира, Бомба, а также при смешанном типе засоренности баковых смесей названных препаратов с граминицидами Ластик Топ, Эверест в дозах, приведенных в таблице 1.

Таблица 1. Прирост урожая зерна при контроле сорняков противодвудольными гербицидами и различным сочетанием их с граминицидами

Наименование вариантов	2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Ручная прополка	5,9	76,6	8,0	67,7	-	-	-	-
Балерина (0,3 л/га)	6,0	77,9	9,8	81,7	8,7	57,2	6,4	21,2
Балерина (0,4 л/га)	-	-	-	-	10,3	67,8	6,0	19,9
Мортира (0,025 кг/га)	5,8	75,3	9,4	78,3	10,3	67,8	-	-
Балерина (0,3 л/га) + Мортира (0,015 кг/га)	5,4	70,1	7,2	60,0	10,2	67,1	-	-
Бомба (0,025 кг/га)	-	-	-	-	11,8	77,6	6,5	21,5
Бомба (0,030 кг/га)	-	-	-	-	12,8	84,2	6,7	22,2
Балерина (0,3 л/га) + Ластик Топ (0,5 л/га)	-	-	10,8	90,0	11,6	76,3	9,3	30,8
Балерина (0,3 л/га) + Эверест (40 г/га)	10,7	139,0	11,8	98,3	-	-	-	-
НСР ₀₅ , ц/га	1,46		2,43		2,34		2,44	

Экспериментальная часть работы проводилась на опытном поле Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», которое расположено в предгорной степи Крыма. Почвенный покров представлен карбонатным черноземом средней мощности, сфор-

мировавшимся на желто-бурых лессовидных суглинках и красно-бурых плиценовых глинах.

Содержание гумуса в верхних слоях почвы (0-30 см) колеблется в пределах 3,0-3,9 %, постепенно снижаясь с глубиной. Содержание валового азота составляет 0,21-0,25 %, фосфора 0,10-0,11 %, калия 2,0-2,1 %. Водно-физические свойства почвы в целом благоприятны, что способствует удержанию в метровом слое до 360-380 мм влаги осадков, однако из-за высокого уровня влажности завядания только около половины общего запаса ее могут быть доступны для растений.

Климат умеренно-континентальный, характеризуется недостаточным и неустойчивым увлажнением – при среднемноголетней сумме осадков за год (по данным метеостанции Симферополь 509 мм) с колебаниями по годам от 318 до 765 мм.

Необходимость более глубокого изучения противодудольных препаратов возникла как в связи с преобладанием гербицидов на основе производных аминной соли 2,4-Д, 2М-4Х, так и появившихся на рынке гербицидов, обладающих к тому же более широким спектром действия, например, проявляющих более высокую эффективность не только в фазу кущения зерновых колосовых, но и в более поздние периоды – от фазы двух листьев до появления 2-го наземного узла у культуры.

Методика проведения общепринятая с рендомизированным размещением изучаемых вариантов при четырехкратной повторности.

Результаты и обсуждение. Наблюдения показали, что посев озимой пшеницы во все годы исследований характеризовался смешанным типом засоренности (табл. 2), причем в 2015-2018 гг. в ранневесенний период до 24,7-27,5 % сорнополевого фитоценоза занимали мятликовые сорняки, среди которых преобладал лисохвост мышехвостиковидный (*Alopecurus myosuroides* Huds).

Среди двудольных сорняков по численности преобладали вероника персидская и плющелистная (*Veronica hederifolia*, *Veronica persica*).

Этот сорняк в Крыму характеризуется коротким вегетационным периодом и к началу мая образует семена, т.е. ведет себя как эфемер и оказывает минимальное отрицательное воздействие на снижение урожайности озимой пшеницы [3]. Вместе с тем, во все годы исследований в посевах развивались злостные для озимой пшеницы и дополняющие друг друга в сорняковом фитоценозе сорняки Дескурация Софии (*Descurainia sophia*) и мак-самосейка (*Paraver rhoeas*). В процентном соотношении по численности эти два вида среди малолетних двудольников (13,4% в 2016 г.; 36,1% в 2019 г.) по своей биомассе и вредоносному влиянию были наиболее ощутимыми.

Вызывает интерес анализ засоренности посева озимой пшеницы мятликовыми сорняками в 2018-2019 году. Взшедшие осенью всходы мятликовых сорняков прошли не только фазу 1-3 листьев (период наименьшей устойчивости к граминицидам), но и массово вступили в фазу осеннего кущения. При минимальной их численности в сравнении с предшествующими годами (перед

химпрополкой – 5,4% от общей численности) они находились в фазе кущения, т.е. были относительно устойчивы к гербицидам – отчетливо отмечалось лишь угнетение их и прекращение роста. Однако, визуально не обнаруженные проростки мятликовых сорняков в ранневесенний период, обусловили увеличение общей засоренности посева и ко второму сроку учета (состоянием на 27 мая) средняя численность их на безгербицидном фоне возросла до 63 шт./м², что составляло 32,8 %. Эта фактически сложившаяся засоренность мятликовыми и определяла в последующем эффективность совместного применения противодвудольных гербицидов с граминицидами в баковой смеси.

Техническую эффективность химконтроля сорняков изучаемыми гербицидами более подробно рассмотрим на примере засушливого 2019 года. По состоянию на 27 мая (когда наиболее многочисленный двудольный сорняк вероника плющелистная и персидская закончили вегетацию и практически не оказывали угнетающее действие на растения озимой пшеницы) на безгербицидном фоне насчитывалось в среднем 191,5 шт./м² сорняков (общей массой в сыром состоянии 1057,2 г/м²), из которых мятликовые составляли 63,0 шт./м² и были представлены лисохвостом мышехвостиковидным.

На варианте с внесением Балерины (0,3 и 0,4 л/га) численность сорняков за счет широколистных снижалась до 58,0-66,0 шт./м², а сырая масса до 117,0-188,5 г/м². При использовании гербицида Бомба (0,025-0,030 кг/га) численность сорняков составляла 56,6-58,6 шт./м², при сырой массе 118,0-129,5 г/м², т.е. уменьшалась в сравнении с безгербицидным фоном соответственно в 3,3 и 8,5 раза.

Особенно высокая противосорняковая эффективность проявилась при внесении баковой смеси Ластик Топ с Бомбой и Ластик Топ с Балериной. На названных вариантах посева на указанную дату были практически чистыми и средняя численность сорняков соответственно составляла 22,7 и 29,4 шт./м² (снижение соответственно составляло 11,8 и 15,1 %), а их сырая масса соответственно 40,0 и 48,0 г/м² или уменьшалась в 22,0-26,4 раза. При этом достигалась полная гибель злостных сорняков Дескурении Софии, мака самосейки.

В связи с высокой засоренностью посева урожайность озимой пшеницы на контрольном варианте во все годы исследований была низкой и на безгербицидном фоне составляла 16,3 ц/га, в том числе в 2016-2018 гг. – 11,6 ц/га (табл. 1).

Для определения вредоносного действия сорняков в конкретных почвенно-климатических условиях в опыте, наряду с контролем без гербицидов, проводилась ручная прополка озимой пшеницы от сорняков. За счет ручного удаления сорняков в ранневесенний период фактический прирост урожайности в среднем составлял 7,6 ц/га и колебался по годам исследований от 5,9 до 9,1 ц/га, в том числе в 2016 году составлял 5,9 ц/га, в 2017 году – 8,0 ц/га. Таким образом, фактическую техническую эффективность химического контроля сорняков можно сопоставить как с безгербицидным фоном, так и в сравнении с потенциальным недобором урожая зерна от вредоносного действия сорняков.

Таблица 2. Структура засоренности посева озимой пшеницы в ранневесенний период

Показатель	2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.		Средняя за 2016-2019 гг.	
	шт/м ²	%	шт/м ²	%	шт/м ²	%	шт/м ²	%	шт/м ²	%	шт/м ²	%
Всего	246,5	100	336,3	100	301,4	100	308,0	100	233,0	100	294,7	100
В т.ч. мятликовые	83,3	33,8	83,0	24,7	82,8	27,5	82,2	26,7	12,6	5,4	65,2	22,1
двудольные	163,2	66,2	253,3	75,3	218,6	72,5	225,8	73,3	220,4	94,6	229,5	77,9
Из них: вероника	-	-	144,2	56,9	50,2	23,0	101,0	44,3	128,8	53,9	106	28
Дескурация Софии	-	-	31,6	8,5	28,7	13,1	20,0	3,8	35,1	15,9	28,8	-
Мак самосейка	-	-	12,5	4,9	9,2	4,2	62,8	27,8	4,3	1,9	22,2	-
Ясколка	-	-	32,4	12,8	15,6	7,1	14,6	6,4	5,0	2,3	16,9	-
Воробейник полевой	-	-	20,9	8,2	-	-	2,2	1,0	-	-	-	-
Ярутка полевая (пастушья сумка)	-	-	-	-	90,5	41,4	-	-	44,5	20,2	-	-
Яснотка	-	-	-	-	17,7	8,1	-	-	-	-	-	-
Др. двудольные	-	-	12,3	4,8	5,6	2,3	25,2	11,2	15,1	6,8	-	-

Примечание: среди других: адонис пламенный (2020), хориспора нежная

Среди изучаемых противодвудольных гербицидов, наряду с другими препаратами производными группы 2,4-Д, наиболее широкое распространение в Крыму получил гербицид Балерина (ЗАО Фирма «Август», СЭ, 2,4-Д – 410 г/л, Флорасулам 7,4 г/л).

По результатам 4-х летних исследований (2016-2019 гг.) обработка агрофитоценоза озимой пшеницы Балериной из расчета 0,3 л/га за счет подавления двудольных сорняков обеспечила средний прирост урожайности 7,7 ц/га (47,2%).

В один год из двух (2018 г.) увеличение дозы Балерины с 0,3 до 0,4 л/га несколько повышало урожайность озимой пшеницы за счет более интенсивного подавления двудольных сорняков (прирост урожая составил 1,6 ц/га при $НСП_{05} = 2,34$ ц/га).

По трехлетним данным (2016-2018 гг.) новый противодвудольный гербицид Мортира (0,025 кг/га) по технической эффективности не уступал Балерине (0,3 л/га), а в 2018 году на 10% прибавка урожая зерна была выше действия Балерины (хотя по данным $НСП_{05} = 2,34$ ц/га, эти различия не были существенны).

Совместное применение баковой смеси Балерины (0,3 л/га) с Мортирой (0,015 кг/га) не имело преимуществ перед применением Мортиры (0,025 кг/га). То есть, ожидаемое расширение спектра действия двух противодвудольных препаратов оказалось не оправданным в связи с высокой технической эффективностью Мортиры в чистом виде.

С учетом результатов исследований в 2018-2019 гг. весьма эффективно себя проявил новый гранулированный гербицид на основе трибенурон-метила и флорасулама – Бомба в дозе 0,025-0,030 кг/га по технической эффективности не уступающий Балерине, а оказывающий более устойчивое действие с учетом отсутствия в его составе 2,4-Д, т.е. компонента, применявшегося в течение последних десятилетий. Преимуществом данного препарата является так же более «широкое окно» применения (от фазы двух листьев до появления второго междоузлия у озимых).

Учитывая гранулированный (водно-диспергируемые гранулы) характер препарата Бомба для улучшения контакта рабочей жидкости с растениями сорняков использовали его с применением прилипателя Адьо (0,2 л/га или 1 % раствор при расходе рабочей жидкости 200 л/га).

При неустойчивом характере погоды в период осуществления химического контроля сорняков в ранневесенний период 2018 года противодвудольные гербициды Балерина (0,5 л/га) и Бомба (0,030 кг/га) применяли так же на две недели позднее оптимальных сроков. При этом, несмотря на мощную листостебельную массу двудольных сорняков, действие обоих гербицидов было весьма эффективным и обеспечило существенный рост урожайности зерна озимой пшеницы.

В связи со смешанным типом засоренности посева озимой пшеницы в опыте изучалось применение баковых смесей противодвудольных гербицидов с граминицидами. Наиболее чистые посева озимой пшеницы в опыте 2019 года были достигнуты при использовании баковой смеси гербицида Бомба с

Ластик Топ (0,025 кг/га и 0,5 л/га) и Балерина + Ластик Топ (0,3 и 0,5 л/га). Общая сырая масса сорняков при использовании баковых смесей уменьшилась соответственно в 25,2 и 21,0 раза. При этом прирост урожайности зерна составил соответственно 8,8 и 9,3 ц/га, что существенно в сравнении с противодвудольными препаратами (при НСР₀₅ = 2,44 ц/га прирост урожая зерна озимой пшеницы от граминицидов составил 2,8 ц/га в сравнении с применением Балерины в чистом виде).

Также следует отметить, что химический контроль сорняков в опыте не ухудшал показателей качества зерна озимой пшеницы (масса 1000 зерен, натура зерна, стекловидность зерна, выход сырой клейковины и ее качество в единицах ИДК) в сравнении с безгербицидным фоном, а наоборот, на вариантах с применением гербицидов Балерина (0,3 л/га) и Мортира (0,025 кг/га), за счет снижения засоренности посевов озимой пшеницы, отмечалась тенденция увеличения натуры зерна, массы 1000 зерен и сырой клейковины.

Выводы. Таким образом, по результатам четырехлетних исследований посева озимой пшеницы характеризуются смешанным типом засоренности. Наиболее эффективным для химического контроля сорняков являлось совместное применение баковых смесей противодвудольных препаратов Балерина (0,3 л/га), Мортира (0,025 кг/га), Бомба (0,025 кг/га) с граминицидом Ластик Топ (0,5 л/га).

Список использованных источников:

1. Баздырев Г.И. Эффективность длительного применения почвозащитных технологий. //Известия ТСХА, 2005, вып. 4., с. 32-39.
2. Осенний Н.Г. Особенности богарного земледелия Республики Крым. «Труды Кубанского государственного аграрного университета. № 5 (68), 2007. с. 111-116.
3. Осенний Н.Г., Пичугин А.М. Мероприятия по снижению засоренности полей и посевов сельскохозяйственных культур // Научное обоснование основных направлений развития агропромышленного комплекса Крыма в условиях рыночного производства. Под ред. Е.В. Николаева. Симферополь: «Таврия», 2004., с. 170-187.

References:

1. Bazdyrev G. I. Effectiveness of long-term application of soil protection technologies. //Izvestiya TSHA, 2005, issue 4., pp. 32-39.
2. Autumn Ng Features of rain-fed agriculture in the Republic of Crimea. "Proceedings of the Kuban state agrarian University. No. 5 (68), 2007. pp. 111-116.
3. Osenniy N. G., Pichugin a.m. Measures to reduce the contamination of fields and crops//Scientific substantiation of the main directions of development of the agro-industrial complex of the Crimea in the conditions of market production. Under the editorship of E. V. Nikolaeva. Simferopol: "Tavria", 2004., pp. 170-187.

Сведения об авторах:

Осенний Николай Георгиевич – кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры земледелия и агрономической химии факультета агрономии, садово-паркового и лесного хозяйства Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», e-mail: osenniung@mail.ru, 295492, Россия, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Ильин Александр Валерьевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия и агрономической химии факультета агрономии, садово-паркового и лесного хозяйства Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», e-mail: nis_katu@mail.ru, 295492, Россия, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Томашова Ольга Леонидовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, заведующая кафедрой земледелия и агрономической химии факультета агрономии, садово-паркового и лесного хозяйства Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: 777tom@bk.ru, 295492, Россия, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Веселова Любовь Станиславовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия

Information about the authors:

Osenniy Nikolay Georgievich – Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Professor of the Department of agriculture and agronomic chemistry of faculty of agronomy, landscape architecture and forestry of the Agrotechnological academy of the FSAEI HE «Crimean Federal University V.I. Vernadsky», e-mail: osenniung@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Ilyin Aleksandr Valeryevich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the department of agriculture and agronomic chemistry of faculty of agronomy, landscape architecture and forestry of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «Crimean Federal University V.I. Vernadsky», e-mail: nis_katu@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Tomashova Olga Leonidovna – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, Head of the Department of agriculture and agronomical chemistry of faculty of agronomy, landscape architecture and forestry of the Agrotechnological academy of the FSAEI HE «Crimean Federal University V.I. Vernadsky», e-mail: 777tom@bk.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky

и агрономической химии факультета агрономии, садово-паркового и лесного хозяйства Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: LubcaV@mail.ru, 295492, Россия, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Crimean Federal University».

Veselova Lyubov' Stanislavovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of agriculture and agronomic chemistry of faculty of agronomy, landscape architecture and forestry of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «Crimean Federal University V.I.Vernadsky», e-mail: LubcaV@mail.ru,295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

УДК 633.854.54: 631.5

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА
МАСЛИЧНОГО (*LINUM
USITATISSIMUM L.*) ПРИ
ПРЯМОМ И ТРАДИЦИОННОМ
ПОСЕВЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН**

**PRODUCTIVITY OF *LINUM
USITATISSIMUM L.* GROWN
UNDER DIRECT AND
TRADITIONAL SEEDING
SYSTEMS WITH THE
APPLICATION OF SEED
INOCULATION**

Гонгало А. А., научный сотрудник лаборатории земледелия;
ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Gongalo A. A., Researcher of the Laboratory of Agriculture;
FSBSI «Research Institute of Agriculture of Crimea»

*В статье приведены результаты исследований за 2017 – 2019 гг. по влиянию прямого посева (без обработки почвы) в сравнении с традиционной технологией обработки почвы (мелкая безотвальная обработка на 10-12 см) и обработки семян комплексом микробных препаратов (КМП) на показатели продуктивности и качество семян льна масличного (*Linum usitatissimum L.*) в условиях недостаточного увлажнения степного Крыма. Показано, что возделывание льна масличного без обработки почвы с использованием КМП, способствует получению более высоко урожая маслосемян – 0,75 т/га, что выше контроля при прямом посеве на 0,12 т/га (18,0%), при традиционной технологии – на 0,06 т/га (8,6%) и высоким содержанием масла в семенах.*

Ключевые слова: лён масличный, *Linum isitatissimum L.*, технология выращивания, прямой посев, No-till, традиционная технология, структура урожая, урожайность, масличность.

*The article provides the reader with some data on the results of studying the effect of direct seeding technology (without disturbing the soil through tillage) compared to the traditional crop cultivation technology (shallow non-moldboard tillage to a depth of 10-12 cm) and seed treatment with Complex Microbial Preparation (CMP) on the indicators of yield and quality of *Linum usitatissimum L.* seeds under conditions of insufficient moisture in the steppe Crimea. The use of CMP in the cultivation of oil flax without tillage (no-till technology) contributed to a higher yield of oilseeds – 0.75 t/ha, which surpassed both no-till and traditional farming system by 0.12 t/ha (18.0%) and 0.06 t/ha (8.6%), respectively. Moreover, Complex Microbial Preparation contributed to obtaining seeds with higher oil content.*

Key words: oil flax, *Linum isitatissimum L.*, crop cultivation technology, direct seeding, no-till, traditional crop cultivation technology, yield structure, yield, oil content.

Введение. В последнее время в научной литературе пристальное внимание уделяется льну масличному (*Linum usitatissimum L.*), как высоко экономической культуре, так и в качестве объекта научных экспериментов [1–3]. По данным Росстата, посевные площади льна масличного в России в 2019 году в хозяйствах всех категорий находились на уровне 814,7 тыс. га. За год, размеры площадей выросли на 9,3 % (на 69,1 тыс. га), за 5 лет – на 63,6 % (на 316,7 тыс. га), за 10 лет – на 458,3 % (на 668,8 тыс. га) [4]. Климатические условия Крыма характеризуются хорошим потенциалом для расширения площадей и повышения продуктивности льна масличного [5].

Биологическая продуктивность культуры высока, однако средняя урожайность ее в стране составляет 0,9 т/га. Следовательно, с ростом спроса на льнопродукцию необходимо увеличение валовых сборов не за счет роста площадей, а повышая его урожайность и рентабельность. Повышение урожайности культуры должно происходить за счет внедрения биологических, высокоэффективных, экологически безопасных, ресурсосберегающих технологий, что обеспечивают восстановление плодородия почв при получении стабильно высоких урожаев [6]. Для льна масличного важнейшим агротехническим приемом является обработка почвы, основная роль которой в накоплении и сохранении почвенной влаги, создание оптимального воздушного и пищевого режимов, предупреждение от эрозии и защита от сорной растительности [1, 5]. Ряд ученых считает, что примером такой технологии, особенно в аридных условиях, может стать технология прямого посева или No-till [6, 7], при которой, независимо от условий года, всегда можно получить экономически значимый урожай льна масличного.

При переходе на экологически безопасную технологию возделывания культур, актуальным является применение биопрепаратов на основе высокоэффективных штаммов микроорганизмов [8, 9]. Микроорганизмы, являющиеся основой биопрепаратов, способствуют подавлению фитопатогенных микроорганизмов, повышают устойчивость к стрессу во время вегетации, а также улучшают их минеральное питание [10].

В связи с этим исследования проводились с целью установления влияния технологии прямого посева и обработки семян комплексом микробных препаратов на показатели влагообеспеченности *Linum usitatissimum L.*, его продуктивности и масличности семян в условиях степного Крыма.

Материал и методы исследований. Исследования проводились на опытном поле Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Научно-исследовательском институте сельского хозяйства Крыма» (Красногвардейский р-н., с. Клепинино, 45°31'47.3"N 34°11'48.0"E) в 2017—2019 гг., которое расположено в центральной части степного Крыма. Почва опытной делянки – чернозём южный малогумусный на лёссовидных лёгких глинах. Мощность гумусового горизонта не превышает 40 см. Содержание гумуса (по Тюрину) – 2,0 – 2,2 %, подвижного фосфора (по Мачигину) – 4,0 – 4,2 и обменного калия – около 40 мг на 100 г почвы. Климат района проведения опыта степной, умеренно-холодный,

полусухой, континентальный, с большими годовыми и суточными колебаниями температуры при частом отсутствии снежного покрова. Весна характеризуется значительной сухостью и частыми холодными ветрами северо-восточного направления. Лето обычно жаркое, засушливое. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,2 °С, в последние годы зафиксирована тенденция к её повышению. Среднегодовое количество атмосферных осадков – 428 мм, гидротермический коэффициент – 0,8. Распределение осадков неравномерное, годы с повышенным количеством чередуются периодами острого их дефицита. Засухи в степной части Крыма явление нередкое, при этом засушливые периоды часто продолжаются в течение 100 и более дней [11].

В стационарном опыте высевался лён масличный сорта Флиз (патентообладатель: ГНУ ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта). Включен в Госреестр по 6 региону с 2013 года. Предшественник – озимая пшеница.

Схема стационарного опыта включала следующие варианты: фактор А – технология возделывания: (А1) традиционная (мелкая безотвальная обработка на 10-12 см) – контроль; (А2) прямого посева (без обработки почвы); фактор В – предпосевная обработка семян комплексом микробных препаратов (КМП): В1 – контроль (без обработки), В2 – обработка семян КМП. Комплекс микробных препаратов включал: «Ризобифит», «Фосфоэнтерин» и «Биополитид». Биоагентами вышеперечисленных микробных препаратов, являются штаммы Крымской коллекции микроорганизмов (<http://www.ckp-rf.ru>), принадлежащей ФГБУН «НИИСХ Крыма». Обработка препаратами проводилась водной суспензией в день посева из расчета 100 мл на гектарную норму семян.

Схема опыта построена по методу расщепленных делянок. Повторность эксперимента трёхкратная. Посев по традиционной технологии осуществляли сеялкой «СЗ - 3,6», на нулевой технологии применялась сеялка прямого сева «Gerardi – G117». Норма высева составила 5 млн. шт./га всхожих семян. Уборку урожая осуществляли прямым комбайнированием малогабаритным комбайном «Samro – 500». Посевная площадь делянки первого порядка (фактор А) – 300 м² (12×25), второго (фактор В) – 150 м² (6×25), площадь. Учетная площадь – 50 м².

Остальные агроприемы применялись в соответствии с рекомендациями по изучаемым агротехнологиям. Обработку экспериментальных данных осуществляли методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову с использованием программного обеспечения ПК [12]. Урожай приводили к 100 % – ной чистоте и стандартной 12 % - ной влажности семян. Оценка продуктивности льна проводили согласно существующим методическим рекомендациям по масличным культурам [13]. Содержание масла в семенах определяли по ГОСТ 10857-64, доступной влаги в почве перед посевом и после уборки термостатно – весовым методом [14] в агрохимической лаборатории ФГБУН «НИИСХ Крыма» [15].

Результаты и обсуждение. Агрометеорологические условия вегетационного периода льна масличного в годы исследований были контрастными, но в среднем типичными для условий степного Крыма (табл.1; 2). Сумма осадков за

апрель – июль 2017 года составила 96,7 мм, что на 74,3 мм меньше средне-голетней нормы. В 2018 году – 202,0 мм (118 % от нормы). В 2019 году их количество составило 229,2 мм или 133,4 % от среднеголетних значений. Среднесуточная температура воздуха за период вегетации льна масличного в 2017 и 2019 годах была на уровне средне климатических значений, в острозасушливый 2018 – превышала многолетний показатель на 2,8 °С. Оценка влагообеспеченности, по всем фазам развития льна масличного показала, что более благоприятными для развития культуры были 2017 и 2019 года. Все это свидетельствует о существенной вариабельности гидротермических условий. В течение трех лет исследования показатели ГТК за период вегетации культуры (по Г. Т. Селянинову) были характерными для засушливой зоны (0,6; 0,5; 0,9).

Температурный режим, наряду с обеспеченностью влагой, оказывает не менее важное значение на развитие растений. Среднесуточная температура за вегетацию льна масличного была выше среднеголетней на 1,7 °С, что не могло не сказаться на продуктивности культуры.

Таблица 1. Распределение осадков в годы исследований, мм (по данным АМС Клепинино, Красногвардейский р-н., Республика Крым)

Год	Месяц				Сумма осадков за IV - VII	% к средне-голетней
	IV	V	VI	VII		
Среднеголетняя	28,0	42,0	59,0	42,0	171,0	-
2017	40,0	23,6	20,5	12,6	96,7	56,5
2018	3,1	15,6	46,3	136	202,0	118,1
2019	26,9	14,4	120	68,2	229,5	134,2
В среднем за 2017-2019 гг.	23,3	18,0	62,3	72,5	176,0	102,9

Таблица 2. Среднесуточная температура воздуха (°С) в годы проведения исследований (по данным АМС Клепинино, Красногвардейский р-н., Республика Крым)

Год	Месяц				Сумма среднесуточной температуры воздуха за IV - VII	% к средне-голетней
	IV	V	VI	VII		
Среднеголетняя	10,0	15,7	19,9	22,2	16,9	-
2017	10,0	15,7	21,4	23,8	17,7	+0,8
2018	13,2	19,0	22,7	24,1	19,7	+2,8
2019	9,8	17,7	23,8	23,1	18,6	+1,7
В среднем за 2017-2019 гг.	11,0	17,4	22,6	23,6	18,6	+1,7

Растительные остатки предшественника – озимой пшеницы, оставленные на поверхности поля при посеве без обработки почвы, способствовали большому накоплению продуктивной влаги перед посевом в метровом слое почвы. В среднем за годы исследований существенно больше осенне-зимне-весенних осадков (октябрь - март) накопилось в метровом слое при прямом посеве – 108,6 мм, что превысило традиционную технологию на 12,7 мм (13,2 %) (таблица 3). Эта закономерность наблюдается за все годы исследования.

Таблица 3. Влияние технологии возделывания льна масличного и обработки семян на содержание продуктивной влаги, мм, (среднее 2017 – 2019 гг.)

Технология посева, А	Обработка семян, В	Посев			Уборка		
		0-10 см	0-30 см	0-100 см	0-10 см	0-30 см	0-100 см
Традиционная	Контроль	11,6	32,0	95,5	4,0	2,5	16,2
	КМП	11,5	34,3	96,2	3,6	2,2	14,9
Прямой посев	Контроль	12,8	35,2	110,1	2,9	2,7	16,7
	КМП	12,9	36,2	107,0	3,3	2,5	18,2
Среднее по А	А1	11,5	33,1	95,9	3,8	2,4	15,6
	А2	12,8	35,7	108,6	3,1	2,6	17,5
Среднее по В	В1	12,2	34,0	102,8	3,5	2,6	16,5
	В2	12,2	35,3	101,6	3,5	2,4	16,6
НСР ₀₅	А	1,69	3,54	5,68	4,81	8,77	55,8
	В	0,50	1,95	3,08	0,53	1,40	2,96
	АВ	1,75	3,96	6,33	4,83	8,58	55,87
Среднее по опыту		12,2	34,4	102,2	3,5	2,5	16,5

Математически недоказуемым было отличие по этому показателю в посевном и пахотном слое почвы: в слое 0–10 см – 1,3 мм, или 11,0 % , в слое 0–30 см – 2,7 мм, или 8,1 %.

С ростом и развитием растений наблюдается интенсивный расход влаги для формирования урожая. Так же часть потери влаги шла на испарение за счет высоких среднесуточных температур и к моменту уборки разница между технологиями по почвенным профилям нивелировалась.

Обработка семян комплексом микробных препаратов не оказала существенного влияния на динамику накопления доступной влаги во все периоды определения этого показателя – различия в пределах ошибки опыта.

В течение вегетации культуры число растений уменьшалось на всех делянках опыта. К полной спелости, разница по густоте стояния между вариантами эксперимента математически не доказуема, как в отдельные годы, так и в среднем за период исследования (таблица 4).

Таблица 4. Элементы структуры урожая льна масличного в зависимости от технологии возделывания и инокуляции семян, (среднее 2017–2019 гг.)

Технология, А	Обработка семян, В	Уборочная густота стояния растений, шт/м ²	Число коробочек на 1 растении, шт.	Число семян в 1 коробочке, шт.	Число семян на 1 растении, шт	Масса 1000 семян, г
Традиционная	Контроль	323	10,82	6,4	50,4	5,8
	КМП	348	10,06	6,8	47,9	6,0
Прямой посев	Контроль	322	9,0	7,3	56,0	6,1
	КМП	308	11,8	7,9	66,0	6,5
Средняя по А1		335	10,4	6,6	49,1	5,9
Средняя по А2		315	10,4	7,6	61,3	6,3
Средняя по В1		322	9,80	6,9	53,2	6,0
Средняя по В2		328	10,9	7,3	57,2	6,2
НСР₀₅	А	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	0,29
	В	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅
	АВ	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅

Лен масличный за годы испытания сформировал на обеих технологиях возделывания преимущественно одностебельные растения с числом коробочек 9 – 11 шт. и семян 47,9 – 66,0 шт. на 1 растение, в которых образовалось от 6 до 7 нормально развитых семян. Эти показатели продуктивности по вариантам опыта отличались не существенно, но наблюдается тенденция уменьшения их числа на традиционной технологии, вследствие большей густоты стояния. Следовательно, лен масличный при меньшей густоте стояния способен восполнять продуктивность количеством коробочек и массой семян с одного растения [16]. В результате обработки КМП на прямом посеве число коробочек увеличилось на 2,8 шт. (31,1 %) к контролю и на 1,7 шт. (17,3 %) в сравнении с классической системой, где применялась инокуляция и на 1 шт. (9,2 %) в сравнении с контролем (без обработки КМП). Применение комплекса микробных препаратов на прямом посеве также способствовало увеличению количества семян на 1 растении, и разница по вариантам составила: 10 шт. или 17,8 % на

контроле технологии без обработки почвы; на контроле классической технологии 15,6 шт. или 30,9 % и с применением КМП – 18,1 шт. или 37,7 %.

К фазе жёлтая спелость, уже полностью сформировывается масса семян на одном растении. Наиболее выполненные семена льна, полученные при возделывании культуры без обработки почвы, что позволило достоверно увеличить массу 1000 семян в сравнении с контролем традиционной технологии, разница между вариантами составила 0,4 г. или 6,7 %.

Ценность масла льна определяется его уникальным химическим составом [3]. Семена льна масличного, в условиях вегетации, характеризовались высоким содержанием масла 37,1 – 38,9 % (рисунок 1).

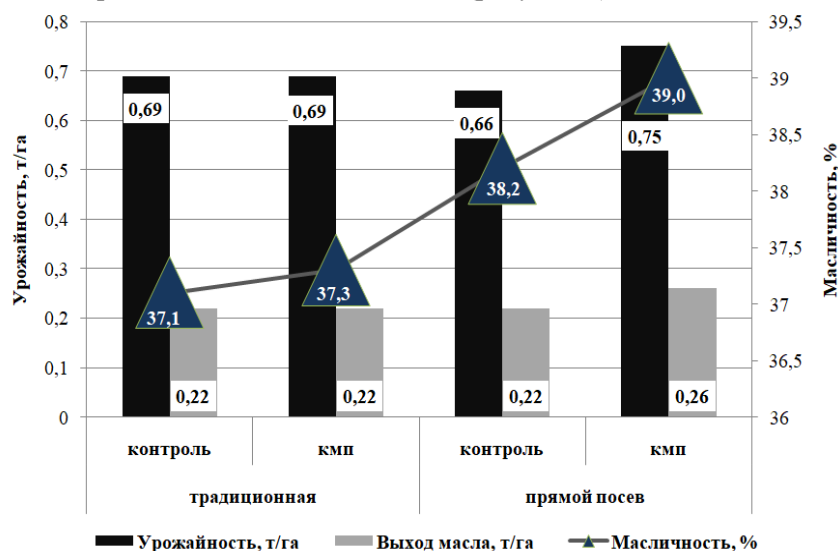


Рисунок 1. Влияние технологии возделывания и инокуляции семян на масличность и выход масла с 1 га в среднем за 2017 – 2019 гг.

Выход льняного масла с единицы площади зависел в основном от уровня урожайности и составил на прямом посева при инокуляции семян 39,0 %, что на 0,8 % выше контроля и 1,8 % существенно превышает традиционную технологию.

В итоге, выход масла с 1 га с учетом урожая по вариантам, сложился следующим образом: максимальный выход продукции с гектара, который составил 0,26 тонн, был получен на варианте прямого посева, где применялся КМП, что превысило контроль на 0,04 т/га – 18,0 % и данный показатель на вариантах традиционной технологии – 0,04 т/га или 18,1 %.

Интегральным показателем эффективности применяемых технологий возделывания и комплекса микробных препаратов является урожайность культуры, на которую значительное влияние оказали погодные условия. Урожайность льна масличного варьировала по годам проведения опыта, в среднем составила 0,7 т/га (таблица 5).

Таблица 5. Урожайность льна масличного в зависимости от технологии выращивания и обработки семян, т/га, (среднее 2017 – 2019 гг.)

Технология А	Обработка семян В	Год исследования С			Среднее за 2017-2019 гг.	Средняя по фактору А	Средняя по фактору В
		2017	2018	2019			
Традиционная	Контроль	0,73	0,50	0,85	0,69	0,69	0,66
	КМП	0,74	0,51	0,81	0,69		0,75
Прямой посев	Контроль	0,72	0,40	0,78	0,63	0,69	
	КМП	0,70	0,60	0,96	0,75		
Средняя по фактору С		0,72	0,50	0,85	0,69	-	
НСР ₀₅ по фактору А – 0,03; В – 0,03; С – 0,04, АВС – 0,07							

В 2019 году за межфазный период «ёлочка – конец цветения» выпало максимальное количество осадков – 77,4 мм, что позволило сформировать существенно больший урожай – 0,85 т/га, на 0,13 т/га или 18 % больше урожая 2017 года и 0,35 т/га (70 %) урожая 2018 года. О важности степени влагообеспеченности в период «ёлочка» – цветение, особенно подвержена этому негативному воздействию фаза цветения, подтверждают исследования М. Mingeau и А. Vernede [17]. На величину урожая изучаемые технологии возделывания практически не оказали существенного влияния, имеющиеся различия были в пределах ошибки.

Применение полифункциональных препаратов при прямом посеве способствовало росту урожайности льна на 0,09 т/га или 13,6 % к контролю, а при традиционном – 0,06 т/га (8,9 %). В целом, применение комплекса микробиологических препаратов существенно повысило урожайность семян льна масличного.

Выводы. Таким образом, возделывание льна масличного (*Linum usitatissimum* L.) по технологии прямого посева способствует большему накоплению и лучшему сохранению продуктивной влаги в метровом слое почвы за осенне – весенний период, что оказывает положительное влияние на рост и развитие растений в течение вегетации.

Инокуляция семян перед посевом комплексом микробиологических препаратов способствовала повышению урожайности культуры на 0,06 т/га. На варианте с прямым посевом она привела к росту льнопродукции на 0,12 т/га или 19,0 %, масличности на 0,8 % и выходу масла на 0,04 т/га или 13,6 %.

Список использованных источников:

1. Лен масличный на Ставрополье: монография // под общей редакцией Дридигера В.К., Есаулко А.Н.,

References:

1. *Linum usitatissimum* L. in the Stavropol Territory: a monograph // under the general editorship of V.K.Dridiger,

Дорошко Г.Р. – Ставрополь: Ставропольское издательство «Параграф», 2013. – 148 с.

2. Адамень Ф.Ф. Практическое руководство по выращиванию льна масличного в Республике Крым (практические рекомендации) // Адамень Ф.Ф., Плугатарь Ю.В., Рюмшин А.В., Рогозенко А.В., Арсланова Л.Э., Кудинов В.А., Шашкина А.Ф., Алексанов Д.С., Демчук А.В., Арзиев А.Ж., Сусский А.И. – Симферополь, типография ИП Гальцовой Н.А., 2017. – 60 с.

3. Kirylyuk A., KostECKa J. Pro-Environmental and Health-Promoting Grounds for Restitution of Flax.

4. Федеральная служба государственной статистики – официальный сайт [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru>.

5. Лён масличный: монография // Адамень Ф.Ф., Рогозенко А.В., Шашкина А.Ф., Арсланова Л.Э. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 488 с.

6. Денисов Е.П., Косолапов С.Н.; Четвериков Ф.П. Сберегающие технологии – современный этап в развитии земледелия. – Саратов, 2009. – 91 с.

7. Дридигер В.К., Гаджиумаров Р.Г. // Сельскохозяйственный журнал. 2020. № 2 (13). С. 1 – 24. DOI: 10.25930/2687-1246/002.2.13.2020.

8. L. E. Matrosova. Efficiency of Specific Biopreparations in Organic Waste Management // L.E. Matrosova, M.Ya. Tremasov, Y. V. Cherednichenko [et al.] // Indian Journal of Science and Technology. – May 2016. – Vol. 9 (18). – P. – 1-6.

9. Новые технологии производства и применения биопрепаратов комплексного действия // под ред.

A.N. Esaulko, G.R. Dorozhko. – Stavropol: Stavropol publishing house “Paragraph”, 2013. – 148 p.

2. Adamen F.F. A practical guide to growing *Linum usitatissimum* L. in the Republic of Crimea (practical recommendations) // Adamen F.F., Plugatar Yu.V., Ryumshin A.V., Rogozenko A.V., Arslanova L.E., Kudinov V.A., Stashkina A.F., Aleksanov D.S., Demchuk A.V., Arziev A.Zh., Susskiy A.I. Simferopol: private entrepreneur Galtsova I.A. 2017. – 60 p.

3. Kirylyuk A., KostECKa J. Pro-environmental and health-promoting grounds for restitution of flax (*Linum usitatissimum* L.) cultivation // J. Ecol. Eng. 2020. – No. 21 (7). – P. 99-107 DOI: 10.12911/22998993/125443.

4. Federal State Statistic Service – official website [electronic resource] URL: <http://www.gks.ru>

5. *Linum usitatissimum* L.: a monograph // Adamen F.F., Rogozenko A.V., Stashkina A.F., Arslanova L.E. – Simferopol: ARIAL, 2015. – 488p.

6. Denisov E.P., Kosolapov S.N., Chetverikov F.P. Saving technologies are a modern stage in the development of agriculture. – Saratov: Saratov State Vavilov Agrarian University, 2009. – 91p.

7. Dridiger V.K., Gadzhiumarov R.G. About the possibility of cultivating field crops using direct seeding technology in the extremely arid zone of the Stavropol Territory // Agricultural Journal. 2020. No. 2 (13). P. 1 – 24. DOI: 10.25930/2687-1246/002.2.13.2020.

8. Matrosova L.E. Efficiency of specific biopreparations in organic waste management // L.E. Matrosova, M.Ya. Tremasov, Y.V. Cherednichenko

- А.А. Завалина, А.П. Кожемякова, СПб: ХИМИЗДАТ, 2010. – 64 с.
10. Melnichuk T.N. // The Taxonomic structure of southern chernozem at the genus level influenced by microbial preparations and farming systems // Melnichuk T.N., Abdurashitov S.F., Andronov E.E., Abdurashitova E.R., Egovtseva A.Yu., Gongalo A.A., Turin E.N., Pashtetsky V.S. // Journal: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great. 2020. С. 012101. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012101.
11. Половицкий, И.Я. Почвы Крыма и пути повышения их плодородия / И.Я. Половицкий, П.Г. Гусев. – М.: изд-во МГУ, изд-во «Колос», 2004. – 460 с.
12. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – М.: Книга по Требованию, 2012. – 352 с.
13. Методика проведения полевых агротехнических опытов с масличными культурами // под ред. В. М. Лукомца. – Краснодар, ООО РИА «АлВи - дизайн », 2010. – 327 с.
14. Васильев, И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев и др. – М.: Колос, 2005. – 424 с.
15. ГОСТ 10857-64 Семена масличные. Методы определения масличности.
16. Casa, R., Russell, G., Lo Cascio, B., and Rossini, F. (1999). Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities. *Eur. J.* [et al.] // *Indian Journal of Science and Technology.* – 2016. – Vol. 9 (18). – P. 1-6.
9. New technologies for the production and use of complex biological products// ed. by A.A. Zavalin, A.P. Kozhemyakov. – St. Petersburg: KHIMIZDAT, 2010. – 64 p.
10. Melnichuk T.N. // The Taxonomic structure of southern chernozem at the genus level influenced by microbial preparations and farming systems // Melnichuk T.N., Abdurashitov S.F., Andronov E.E., Abdurashitova E.R., Egovtseva A.Yu., Gongalo A.A., Turin E.N., Pashtetsky V.S. // Journal: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great. 2020. С. 012101. DOI: 10.1088/1755-1315/422/1/012101.
11. Polovitsky I. Ya. Soils of the Crimea and increasing their fertility/ I. Ya. Polovitsky, P. G. Gusev. – Moscow: Kolos, 2004. – 460 p.
12. Dospikhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospikhov. – Moscow: Kniga po trebovaniyu, 2010. – 352 p.
13. Methodology for conducting field agrotechnical experiments with oilseeds // ed. by V.M. Lukomets. – Krasnodar: V.S. Pustovoit All-Russian Research Institute of Oil Crops, RIA "Alvi - design" LLC, 2010. – 327 p.
14. Vasiliev I.P. Workshop on agriculture/ I.P. Vasiliev, A.M. Tulikov, G.I. Bazdyrev [et al.]. – Moscow: Kolos, 2005. – 424 p.
15. GOST 10857-64 Oil seeds. Methods for determination of oil content.
16. Casa R., Russell G., Lo Cascio

Agron. 11, 267–278. DOI: 10.1016/S1161-0301(99)00037-4.

17. Mingeau M., Vernede A. Action de la secheresse sur la croissance et la production du lin oleagineux // Inform. Tech. CETIOM. 1977. No. 57 P. 10 – 12.

B., Rossini F. Environmental effects on linseed (*Linum usitatissimum* L.) yield and growth of flax at different stand densities// Eur. J. Agron. – 1999. – No. 11. – P. 267–278. DOI: 10.1016/S1161-0301(99)00037-4.

17. Mingeau M., Vernede A. Action de la secheresse sur la croissance et la production du lin oleagineux // Inform. Tech. CETIOM. – 1977. – No. 57. – P. 10 – 12.

Сведения об авторе:

Гонгало Анна Андреевна – научный сотрудник лаборатории земледелия ФГБУН «Научно - исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: gongalo_a@niishk.ru.

Information about the author:

Gongalo Anna Andreevna – researcher of the Laboratory of agriculture of FSBSI «Research Institute of Agriculture of Crimea»; 150 Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: gongalo_a@niishk.ru.

УДК 631.811.98:634.8.03

**ВЛИЯНИЕ
ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ
МИКРОБНЫХ КОМПЛЕКСОВ
НА ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
РОСТА И РАЗВИТИЯ
ОДНОЛЕТНЕГО ПРИРОСТА
ПРИВИТЫХ ВЕГЕТИРУЮЩИХ
САЖЕНЦЕВ ВИНОГРАДА**

**INFLUENCE OF
POLYFUNCTIONAL MICROBIAL
COMPLEXES ON THE MAIN
INDICATORS OF GROWTH AND
DEVELOPMENT OF
ONE-YEAR SHOTS OF GRAFTED
VEGETATING GRAPE PLANTING
MATERIALS**

Иванченко В.И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор;
Зотиков А.Ю., заведующий лабораторией;
Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Ivanchenko V.I., Doctor of agricultural Sciences, Professor;
Zotikov A.Yu., Head of the laboratory;
Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

Исследуемые микробные комплексы, состоящие из биопрепаратов разной функциональной направленности, способствуют нормальному росту побегов, увеличивают диаметр побега и листовой пластинки, площадь листовой поверхности и как следствие увеличивается масса однолетнего прироста. Кроме этого действие КМП-1 в концентрации 1:10 способствует наиболее равномерному протеканию процессов роста однолетнего прироста привитых вегетирующих саженцев винограда не зависимо от сорта.

Ключевые слова: привитые вегетирующие саженцы винограда, биопрепараты, микробные комплексы, регуляторы роста растений.

The studied microbial complexes promote normal growth and thickening of shoots, increase the diameter of the leaf blade, the area of the leaf surface, and as a result, the mass of annual growth increases. In addition, the action of CMP-1 in a concentration of 1:10 contributes to the most uniform flow and alternation of the growth and development of annual growth of grafted vegetative planting material of grapes, regardless of the variety.

Keywords: grafted vegetative grape planting materials, biologics, microbial complexes, plant growth regulators.

Введение. Привитой вегетирующий саженец винограда – это саженец винограда, находящийся в жизнедеятельном состоянии с закрытой корневой системой, предназначенный для посадки на постоянное место, минуя грун-

товую школку [1,18]. Особенности производства данного вида посадочного материала винограда заключается в том, что первосортные привитые черенки винограда высаживают в перфорированные у основания полиэтиленовые контейнеры, заполненные питательной смесью. Технологический цикл от производства привитых черенков до закладки виноградников составляет относительно короткий временной период, начиная с декабря по июнь. Заложенные таким посадочным материалом виноградники вступают в плодоношение на год раньше по сравнению с традиционной технологией выращивания саженцев в грунтовой школке [7]. Стоит отметить, что при данной технологии нет необходимости занимать большие площади орошаемых земель под школку.

На всех этапах развития виноградного питомниководства не оставались попытки увеличения выхода высококачественного посадочного материала за счет применения различных ростостимулирующих препаратов, призванных дополнять естественную способность виноградного растения к регенерации при вегетативном размножении. Как правило, в качестве стимуляторов применяются химические вещества [11-15], но на современном этапе развития сельскохозяйственной микробиологии получены и успешно применяются в растениеводстве биологические аналоги на основе микробного синтеза [8,9]. На данный момент, в виноградном питомниководстве недостаточно изучена симбиотическая взаимосвязь «растение – бактерия» [5,6,10]. Одним из элементов комплексного понимания данной взаимосвязи является изучение процессов роста и развития надземной части растения под влиянием микробного симбионта, работа в данном направлении и являлась целью нашего исследования.

Материал и методы исследований. Исследование проводились в 2017-2020 гг. на кафедре плодовоовощеводства и виноградарства Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского». Время проведения опыта март-июнь 2017-2020 гг. Для производства привитых вегетирующих саженцев винограда были использованы стандартные черенки районированного подвойного сорта Берландиери х Рипариа Кобер 5ББ и черенки привойных столовых районированных сортов Аркадия и Преображение. Прививка производилась на омегообразный шип. Изоляция привитых черенков осуществлялась полиэтиленовой пленкой. Обработка комплексами микробных препаратов (КМП) осуществлялась путем кратковременного (3 мин.) погружения базальных концов привитых черенков в растворы разных концентраций. В контрольном варианте, привитые черенки погружались базальными концами в воду на 20 часов. В качестве эталона использовался традиционный стимулятор гетероауксин. Обработка гетероауксином осуществлялась согласно рекомендациям производителя, путем погружения базальных концов привитых черенков на 20 часов в 0,02 % раствор. Стратификация осуществлялась открытым способом «на воде» во влажной атмосфере (90 %) при температуре воздуха 25-27 °С.

Комплексы микробных препаратов созданы в лаборатории молекулярной и клеточной технологии отдела сельскохозяйственной микробиологии ФГБУН «НИИ сельского хозяйства Крыма» [5,6]. Они получены в результате смешивания препаратов разной функциональной направленности в пропорциях 1:1. КМП-1 (Диазофит, Фосфоэнтерин и Биополицид), КМП-2 (Фосфоэнтерин, Биополицид, Аурилл и Азотобактерин).

Учеты и наблюдения проводились после завершения выгонки вегетирующих саженцев, в первой декаде июля. Определялась длина и диаметр побегов, среднее количество листьев на одном саженце, средний диаметр листа, площадь листовой поверхности саженца [Ампелометрический метод по Мельнику и Щигловской] и массу прироста (абсолютно сухой вес), на основании полученных данных рассчитывали показатель удельной листовой поверхности, как часть площади листа, приходящаяся на единицу его массы, выражаемая в $\text{см}^2 \cdot \text{г}^{-1}$ [16] и показатели компактности растений, как отношение площади листовой поверхности к длине однолетнего побега и как отношение абсолютно сухой массы однолетнего прироста к длине однолетнего побега [17,19]. Математическая обработка полученных данных проводилась методом дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [3].

Результаты и обсуждение. Проведенное исследование показало, что длина однолетних побегов привитых вегетирующих саженцев винограда после их выгонки во всех вариантах опыта отвечала требованиям ГОСТ 31783-2012 [2] и находилась в пределах необходимого интервала: 8-25 см (табл. 1). На исследуемых сортах, статистически достоверному увеличению этого показателя относительно контроля способствовало применение гетероауксина, на 38,2 % у сорта Аркадия (при $\text{НСР}_{05} = 3,3$) и на 59,8 % у сорта Преображение (при $\text{НСР}_{05} = 4,6$).

Применение комплекса КМП-1 (Диазофит, Фосфоэнтерин и Биополицид) в разведении 1:10 так же способствовало достоверному увеличению длины побега: у сорта Аркадия на 26,5 %, у сорта Преображение на 43,4 %. Большее разведение данного комплекса до 1:100 и применение комплекса КМП-2, не оказало существенного влияния на показатель длины побега. Для определения величины прироста в наших исследованиях мы не стали ограничиваться измерениями его длины. Истинная длина прироста, о которой лишь относительное представление дает измерение длины побегов, может быть учтена при измерениях не только длины, но и толщины побегов [4]. Прирост побега мы рассчитывали как произведение его длины на среднюю площадь сечения. Величина диаметра побега в середине второго междоузлия во всех вариантах опыта была сопоставима между собой и при этом превышала требуемый ГОСТ минимум в 5 мм. В результате этого, величина прироста однолетних побегов во всех опытных вариантах была выше, чем в контроле. Таким образом, применение исследуемых стимуляторов способствует увеличению однолетнего прироста привитых вегетирующих саженцев винограда независимо от сорта.

Таблица 1. Основные показатели роста и развития однолетнего прироста вегетирующих саженцев винограда, среднее значение за 2017-2020 гг.

Вариант	Длина побега, см	Диаметр побега, мм	Прирост побега, см ³	Количество листьев, шт	Диаметр листа, см	Площадь листа, см ²
Аркадия						
1. Контроль	13,6	5,3	3,00	5,1	5,9	27,28
2. Гетероауксин 0,02 %	18,8	5,9	5,14	6,9	6,1	29,08
3. КМП-1 конц. 1:10	17,2	5,8	4,54	7,1	6,9	37,39
4. КМП-1 конц. 1:100	16,1	5,5	3,82	6,7	6,3	31,08
5. КМП-2 конц. 1:10	17,5	5,5	4,16	6,9	5,6	24,60
6. КМП-2 конц. 1:100	16,4	5,7	4,18	5,8	6,3	31,08
НСР ₀₅	3,3	$F_{\phi} < F_{05}$	-	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	5,11
Преображение						
1. Контроль	12,2	5,1	2,49	8,3	4,1	13,12
2. Гетероауксин 0,02 %	19,5	5,5	4,63	9,7	4,3	14,48
3. КМП-1 конц. 1:10	17,5	5,3	3,86	9,6	4,6	16,66
4. КМП-1 конц. 1:100	16,3	5,4	3,73	9,5	4,2	13,83
5. КМП-2 конц. 1:10	16,6	5,3	3,66	7,9	5,2	21,57
6. КМП-2 конц. 1:100	12,8	5,2	2,72	7,6	4,6	16,66
НСР ₀₅	4,6	$F_{\phi} < F_{05}$	-	$F_{\phi} < F_{05}$	$F_{\phi} < F_{05}$	3,12

Таблица 2. Основные показатели роста и развития листового аппарата вегетирующих саженцев винограда, среднее значение за 2017-2020 гг.

Вариант	Площадь листовой поверхности саженца, см ²	Масса прироста (абсолютно сухой вес), г	Удельная листовая поверхность*, см ² ·г ⁻¹	Компактность**	
				по площади листьев, см ² /см	по биомассе, мг/см
Аркадия					
1. Контроль	139,13	0,82	169,7	10,2	60,3
2. Гетероауксин 0,02 %	200,65	0,84	238,9	10,7	44,7
3. КМП-1 конц. 1:10	265,47	1,31	202,6	15,4	76,2
4. КМП-1 конц. 1:100	208,24	1,12	185,9	12,9	69,6
5. КМП-2 конц. 1:10	169,74	1,26	134,7	9,7	72,0
6. КМП-2 конц. 1:100	180,26	1,09	165,4	11,0	66,5
НСР ₀₅	-	0,42	-	-	-
Преображение					
1. Контроль	53,79	0,59	91,2	4,4	48,4
2. Гетероауксин 0,02 %	62,26	0,78	79,8	3,2	40,0
3. КМП-1 конц. 1:10	76,64	0,84	91,2	4,4	48,0
4. КМП-1 конц. 1:100	58,09	0,40	145,2	3,6	24,5
5. КМП-2 конц. 1:10	112,16	0,90	124,6	6,8	54,2
6. КМП-2 конц. 1:100	76,64	0,78	98,3	6,0	60,9
НСР ₀₅	-	0,24	-	-	-

* - удельная листовая поверхность – часть площади листа, приходящаяся на единицу его массы, выражаемая в см²·г⁻¹;

** - компактность растения – отношение площади листовой поверхности к длине однолетнего побега или как отношение абсолютно сухой массы однолетнего прироста к длине однолетнего побега.

Проявление сортовой особенности наблюдается при анализе корреляционной зависимости таких показателей как количество листьев на саженце и средний диаметр листовой пластинки. Под действием исследуемых стимуляторов, как у сорта Аркадия, так и у сорта Преображение, имеет место отрицательная (обратная) взаимосвязь данных показателей, при этом, если у сорта Аркадия она характеризуется как средняя ($r^2 = -0,74$), то у сорта Преображение она значительно слабее ($r^2 = -0,21$). Таким образом, эффективность применения стимуляторов роста зависит от сорта. На сортах с крупными листьями (Аркадия) увеличение количества листьев на однолетнем побеге влечет за собой уменьшение диаметра листовых пластинок и, наоборот, в то время как на сортах с мелкими листьями (Преображение) увеличение количества листьев практически не влияет на их размер. Можно предположить, что имеет место внутреннее генетически обусловленное регулирование процессов роста и развития, направленное на недопущение чрезмерного увеличения площади транспирации у крупнолистных сортов винограда даже под действием стимуляторов роста.

Применение исследуемых стимуляторов положительно сказывается и на увеличении площади листовой поверхности, причем эффект от использования КМП-1 в концентрации 1:10 на двух исследуемых сортах превосходил эффект от традиционного стимулятора гетероауксина на 32,3 % (Аркадия) и 23,1 % (Преображение). Увеличение листового аппарата, в свою очередь способствовало накоплению сухой массы однолетнего прироста, в вариантах с большим значением площади листовой поверхности наблюдалось статистически значимое увеличение массы однолетнего прироста.

Удельная листовая поверхность показывает возможную площадь листьев, на образование которой затрачивается 1 г биомассы. Чем выше удельная листовая поверхность, тем меньше растение затрачивает продуктов фотосинтеза на формирование своих листьев, тем быстрее оно растет. Что и наблюдается в наших исследованиях в вариантах со стимуляторами. Наиболее высокие темпы роста относительно контроля на сорте Аркадия наблюдаются в вариантах с гетероауксином и КМП-1 на 40,8 и 19,4 % соответственно. На сорте Преображение лучшая динамика роста проявляется в варианте с менее концентрированным КМП-1 и КМП-2 в концентрации 1:10 (59,2 и 36,6 % соответственно).

Результаты опыта показали, что применение исследуемых микробных комплексов в более концентрированном виде (1:10) способствует увеличению линейных размеров саженцев винограда. При этом также увеличивается и сухой вес растений, что приводит к повышению отношения сухой массы к высоте растения. На сорте Аркадия данное явление имеет более выраженный характер. Увеличивается также отношение площади листьев к высоте растения, то есть растения становятся более компактными. При применении традиционного химического стимулятора гетероауксина, мы наблюдаем, что при существенном увеличении длины побегов и прироста в целом, темпы накопления сухой массы остаются на уровне контроля.

Выводы. Применение стимулирующих рост препаратов, независимо от природы их синтеза (химической или биологической), способствует получению привитых вегетирующих саженцев винограда, отвечающих основным требованиям отраслевого стандарта. Действие гетероауксина увеличивает длину побега в зависимости от сорта на 38,2-59,8 %, а КМП-1 в концентрации 1:10 на 26,5-43,4 % данный эффект отображается и в увеличении объема однолетнего прироста. Кроме этого, данные стимуляторы увеличивают площадь листовой поверхности, причем микробный комплекс превосходит химический аналог на 23,1-32,3 %. Это приводит к увеличению темпа накопления сухой массы однолетнего прироста, при этом указанный микробный комплекс превосходит химический аналог на 7,7-55,9 % в зависимости от сорта. Таким образом, по совокупности показателей однолетнего прироста и листового аппарата, независимо от сорта, наиболее эффективным стимулятором является исследуемый микробный комплекс КМП-1 в концентрации 1:10. Бактерии входящие в состав данного комплекса, образуя симбиоз с вегетирующими саженцами винограда, непосредственно или косвенно принимая участие в процессах метаболизма, стимулируют рост и развитие однолетнего прироста.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 52681–2006 «Виноградарство. Термины и определения». – Введ. с 2006-27-12 впервые. – М.: Стандартиформ. – 15 с.
2. ГОСТ 31783-2012 «Посадочный материал винограда (саженцы). Технические условия». – Введ. с 2014-01-01 впервые. – М.: Стандартиформ. – 12 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б. А. Доспехов. – 5-е изд., доп. и перераб.–М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Захарова Е.И. Агротехнические исследования по созданию интенсивных виноградных насаждений на промышленной основе / Е.И. Захарова и др. / Под ред. Б.А. Музыченко. – Новочеркасск, 1978. – 173 с.
5. Иванченко В.И., Якубовская А. И., Зотиков А.Ю. Влияние

References:

1. GOST R 52681-2006 " Viticulture. Terms and definitions". – Introduced from 2006-27-12. – М.: STANDARTINFORM. – 15 p.
2. GOST 31783-2012 "planting material of grapes (seedlings). Technical conditions». – Introduced from 2014-01-01 for the first time. – М.: STANDARTINFORM. – 12 p.
3. Dospikhov B.A. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results) / B.A. Dospikhov. - 5th ed. - М.: Agropromizdat, 1985. - 351 p.
4. Zakharova E.I. Agronomic studies on the establishment of intensive vineyards on an industrial basis / E.I. Zakharova et al. / Under the editorship of B.A. Muzychenko. – Novocherkassk, 1978. – 173 p.
5. Ivanchenko V.I., Yakubovskaya A.I., Zotikov A.Yu. Influence of microbial preparations on rhizogenesis

микробных препаратов на ризогенез подвойного сорта винограда Берландиери x Рипариа Кобер 5ББ// Магарач. Виноградарство и виноделие.– 2019. – Т. 48. – С. 28-29.

6. Клименко Н.Н. Новое в технологии выращивания привитого винограда./ Н.Н. Клименко, А.Е. Клименко, Н.И. Клименко, А.Г. Акчурин, Л.А. Чайковская// Виноградарство и виноделие: Межвед. темат. науч. сборник. – Одесса: ННЦ«ИВиВ им. В.Е. Тарова», 2013. – Вып. 50. – С. 107-111.

7. Малтабар Л. М. Рекомендации по выращиванию вегетирующих привитых саженцев и закладка ими виноградников / Л. М. Малтабар, А. Г. Ждамарова, Н. П. Воропай, П. П. Радчевский и др. – Краснодар, 1984. – 23 с.

8. Мельничук Т. М. Фізіолого-біохімічні аспекти взаємодії біоагентів мікробних препаратів та рослин / Т.М. Мельничук, Л.О. Чайковська, І.О. Каменєва, А.І. Якубовська, О.А. Лолойко // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету ім. Володимира Гнатюка. Серія: Біологія. – 2014. – № 3 (60). – С.134-138.

9. Микробные препараты в земледелии. Теория и практика / Под ред. В.В. Волкогона. К.: Аграрная наука, 2006. — 312 с.

10. Новицька-Боровська Н.А. Вплив мікробних препаратів комплексної дії на розвиток та якість щеплених саджанців винограду / Н.А. Новицька-Боровська // Наук. праці ПФ НУБіП України „КАТУ”. Сільськогосп. науки. – Сімферополь, 2009. – Вип. 127. – С. 218-220.

11. Радчевский П. П. Влияние био-

of the rootstock berlandieri x Riparia Kober 5BB grape variety // Magarach. Viticulture and winemaking. – 2019. – Vol. 48. – P. 28-29.

6. Klivenko N.N. New in the technology of growing grafted grapes/ N.N. Klivenko, A.E. Klivenko, N.I. Klivenko, A.G. Akchurin, L.A. Tchaikovsky// Viticulture and winemaking: Mezved. the themed slots. sciences'. collection. - Odessa: NSC "Iviv named after V. E. Tairov", 2013. – Issue 50. – P. 107-111.

7. Malabar L.M. Restoration of growing vegetables of lead and their laying vineyards / L.M. Malibar, A.G. Zhabarova, N.P.L. Propal, P.P.L. Radchevskiy et al. - Krasnodar, 1984. – 23 p.

8. Melnichuk T. M. Physiological and biochemical aspects of interaction of bioagents microbial preparations and plants / T.N. Melnychuk, L.A. Chaykovskaya, I. A. Kameneva, A.I. Yakubovskaya, A.A. Loloiko // scientific notes of the Ternopil pedagogical University. Vladimir Gnatyuk. Series: Biology. – 2014. – № 3 (60). – P. 134-138.

9. Microbial preparations in agriculture. Theory and practice / Ed. V.V. Volkogona. K.: agrarian science, 2006. – 312 p.

10. Novitskaya-Borovskaya N.A. Influence of microbial preparations of complex action on the development and quality of grafted grape seedlings / N.A. Novitskaya-Borovskaya // scientific works of the PF Nubip of Ukraine "KATU". 2. science. – Simferopol, 2009. – Issue 127. – P. 218-220.

11. Radchevsky P.P. Influence of biologically active substances on the regenerative properties of grape cuttings,

логически активных веществ на регенерационные свойства виноградных черенков, выход и качество саженцев: монография / П. П. Радчевский. – Краснодар: КубГАУ, 2017. – 275 с.

12. Радчевский, П. П. Применение биологически активного вещества «Радикс» при выращивании виноградного посадочного материала / Новации виноградарства России // Научный журнал КубГАУ. – 2010. – № 60 (06). – С. 1-21.

13. Степанова, А. Ф. Стимуляторы роста и их значение при выращивании привитого виноградного посадочного материала / А. Ф. Степанова, И. П. Гаврилова. – Кишинёв, 1977. – С. 24-33.

14. Турецкая Р. Х. Вегетативное размножение растений с применением стимуляторов роста / Р. Х. Турецкая, Ф. Я. Поликарпова. – М.: Наука, 1968. – 94 с.

15. Турецкая Р. Х. Физиология корнеобразования у черенков и стимуляторы роста. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1961. – 280 с.

16. Уткин А.И., Ермолова Л.С., Уткина И.А. Площадь поверхности лесных растений: сущность, параметры, использование. – М.: Наука, 2008. – 292 с.

17. Шibaева Т.Г. Сравнительная оценка эффективности DROP-воздействий и «периодической засухи» как приемов управления ростом растений огурца / Т.Г. Шibaева, А.Ф. Титов // Сельскохозяйственная биология.– 2019. – Т. 54, № 3. – С. 528-537 (doi: 10.15389/agrobiology.2019.3.528rus).

18. Энциклопедия виноградарства: в 3 т. / Гл. ред. А. И. Тимуш; ред. коллегия А. С. Субботович и др. – Ки-

шинев, 1977. – С. 24-33.

yield and quality of seedlings: monograph / P. p. Radchevsky. - Krasnodar: Kubgau, 2017. – 275 p.

12. Radchevsky, P.P. Application of biologically active substance "Radix" in the cultivation of grape planting material / Innovations of viticulture in Russia // Scientific journal of Kubgau. – 2010. – № 60 (06). – P. 1-21.

13. Stepanova, A. F. growth Stimulators and their significance in growing grafted grape planting material / A. F. Stepanova, I. p. Gavrilova. – Kishinev, 1977. – P. 24-33.

14. Turetskaia R Kh. Vegetative propagation of plants with the use of growth stimulators / R. H. Turkish, F. Ya. Polikarpova. – M.: Nauka, 1968. – 94 p.

15. Turetskaia R Kh. Physiology of root formation in cuttings and growth stimulators. - M.: Publishing house of The Academy of Sciences of the USSR, 1961. – 280 p.

16. Utkin A. I., Ermolova L. S., Utkina I. A. surface Area of forest plants: essence, parameters, use. – Moscow: Nauka, 2008. – 292 p.

17. Shibaeva T.G. Comparative evaluation of the effectiveness of DROP-effects and "periodic drought" as methods of controlling the growth of cucumber plants / T. G. Shibaeva, A. F. Titov // Agricultural biology. – 2019. – Vol. 54, No. 3. – Pp. 528-537 (doi: 10.15389/agrobiology. 2019.3.528rus).

18. Encyclopedia of viticulture: in 3 vols. / Ed. by A.I. Timush; ed. by A.S. Subbotovich and others-Kishinev: ed. Mold. Sov. encikl., 1987. – Vol. 1 – 413 p.

19. van Iersel M.W., Nemali K.S. Drought stress can produce small

шинев: Гл. ред. Молд. Сов. энцикл., 1987. – Т. 1. – 413 с.

19. van Iersel M.W., Nemali K.S. Drought stress can produce small but not compact marigolds. Hort Science, 2004, 39(6): 1298-1301 (doi: 10.21273/HORTSCI.39.6.1298).

but not compact marigolds. Hort Science, 2004, 39(6): 1298-1301 (doi: 10.21273/HORTSCI.39.6.1298).

Сведения об авторах:

Иванченко Вячеслав Иосифович – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры плодовоощеводства и виноградарства Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» e-mail: magarach.iv@mail.ru

Зотиков Антон Юрьевич – заведующий лабораторией кафедры плодовоощеводства и виноградарства Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: urjevich@list.ru

Information about the authors:

Ivanchenko Vyacheslav Iosifovich – Doctor of agricultural Sciences, Professor, Professor of the Chair of fruit, vegetable growing and viticulture of the Agrotechnological academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», 295492, Republic of the Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: magarach.iv@mail.ru.

Zotikov Anton Yurievich – Head of the laboratory of the Department of fruit and vegetable growing and viticulture of the Agrotechnological academy of the «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», 295492, Republic of the Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: urjevich@list.ru

УДК 633.2

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ
ИСПЫТАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ
ЗЛАКОВЫХ ТРАВ СТЕПНОГО
ЭКОТИПА В УСЛОВИЯХ
ПРИСИВАШСКОЙ СТЕПИ
КРЫМА**

**ECOLOGICAL TEST OF
PERENNIAL CEREAL HERBS
OF STEPPE ECOTYPE IN
CONDITIONS OF THE PRIVASH
STEPPE OF CRIMEA**

Дударев Д.П., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Тарасенко Б.А., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Изотов А.М., доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»

Dudarev D.P., Candidate of agricultural Science, Associate Professor;

Tarasenko B.A., Candidate of agricultural Science, Associate Professor;

Izotov A.M., Doctor of agricultural Science, Professor;

Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

*В статье изложены агробиологические особенности многолетних злаковых трав - пырея удлиненного (*Elytrigiaelongata*, сорт Ставропольский 10), житняка гребневидного (*Agropyronpectinatum*, биотип) и коостреца безостого (*Bromusinermis*, сорт Тавриятский), приведена их продуктивность в условиях Присивашья Крыма. Показано, что в Присивашье Крымского полуострова наиболее продуктивной культурой, обеспечившей наиболее высокий сбор зеленой массы и сухого вещества, является пырей удлиненный.*

Ключевые слова: многолетние травы, злаки, пырей удлиненный, коострец безостый, житняк гребневидный, урожайность, Присивашье.

*The article describes the agrobiological features of perennial grasses - elongated wheatgrass (*Elytrigiaelongata*, variety Stavropolsky 10), crested wheatgrass (*Agropyronpectinatum*, biotype) and awnless rump (*Bromusinermis*, variety Tavriysky), their productivity of the Crimea in the conditions of Prisivash is given. It is shown that in the Sivash region of the Crimean peninsula, the most productive crop, which provided the highest collection of green mass and dry matter, is elongated wheatgrass.*

Keywords: perennial herbs, cereals, elongated fur, boneless stork, ridge-shaped reed, yield, Prisivashye.

Введение. Основным фактором, ограничивающим урожайность однолетних и многолетних культур в Присивашном Крыму, является влага. Дефицит ее в последние годы ощущается все сильнее, это с одной стороны связано с

прекращением подачи воды по Северо-крымскому каналу и последующему резкому сокращению площади орошаемых земель, а с другой – с природными процессами, ведущими к усилению засушливости климата. Помимо этого, отрицательным фактором является наличие в регионе почв с различной степенью солонцеватости, что также оказывает негативное воздействие на эффективность ведения полеводства. Основной специализацией полеводства в Присивашье является выращивание зерновых, технических и кормовых культур. Среди кормовых культур наибольшее распространение имеют многолетние травы семейства бобовых, в частности люцерна. Эта культура в Крыму хорошо изучена и широко распространена, посевы же многолетних злаковых трав на полуострове и в Присивашье в целом, отсутствуют. Хотя некоторый положительный опыт по выращиванию этих культур, в частности пырея солончакового или удлиненного в Крыму имеется. Так, в середине восьмидесятых годов прошлого столетия им были заняты большие массивы земель в аридных районах Керченского полуострова, Присивашья, а также в сельхозпредприятиях специализирующихся на овцеводстве [5]. Однако последовавший в начале девяностых годов кризис привел к резкому сокращению отрасли животноводства, в частности овцеводства и как следствие площади, занятые пыреем удлиненным были распаханы. В настоящее время место многолетних злаковых трав в полеводстве Республики Крым занимают однолетние злаковые культуры, урожайность которых в неорошаемых условиях и затраты на их выращивание не всегда отвечают требованиям производства. В результате, с целью внедрения в производство, возникает потребность в изучении многолетних злаковых трав степного экотипа, которые по своей биологии более устойчивы к неблагоприятным условиям произрастания. К таким культурам можно отнести пырей удлиненный, житняк гребневидный и кострец безостый. При этом их дикие формы являются типичными представителями растительных сообществ аридных степей и обладают высокой засухоустойчивостью, жаростойкостью и солевыносливостью [7, 10].

В связи с этим исследования были направлены на изучение агробиологических особенностей многолетних злаковых трав для выявления высокоурожайных видов с целью их внедрения в полеводство Присивашья Крыма.

Цель исследований – подбор многолетних злаковых трав, максимально приспособленных для произрастания в засушливых условиях Присивашья Крыма. Для достижения этой цели в процессе исследования были поставлены следующие задачи: – определить наиболее продуктивную многолетнюю злаковую культуру в почвенно-климатических условиях Присивашья Крыма; – выявить динамику формирования продуктивности травостоев многолетних злаковых трав различных лет жизни в специфических почвенно-климатических условиях Присивашья.

Материал и методы исследований. Для изучения агробиологических особенностей и оценки продуктивности многолетних злаковых трав в Присивашье

Крыма в период с 2015 по 2019 гг. был заложен однофакторный полевой эксперимент. Его задачей было выявить возможность эффективного выращивания многолетних злаковых трав в засушливых условиях региона на темно-каштановых слабосолонцеватых почвах. Для этого на изучение были поставлены наиболее засухоустойчивые злаковые травы: пырей удлиненный (*Elytrigiaelongata*, сорт Ставропольский 10), житняк гребневидный (*Agropyronpectinatum*, биотип) и кострец безостый (*Bromusinetervis*, сорт Таврийский). Повторность опыта четырехкратная. Размещение вариантов в пределах повторения рендомизированное. Общая площадь делянки 50 м², учетная площадь – 40 м². Способ сева – рядовой. Посев осуществлялся в 2015-2016 гг. при первой возможности выхода в поле ранней весной. Все исследуемые культуры высевались нормой 6 млн. всхожих семян на гектар. Предшественник многолетних трав – озимая пшеница.

Густоту посева определяли в фазу полного колошения-выметывания изучаемых культур в четырехкратной повторности на фиксированных делянках площадью 0,25 м². Сухое вещество в биомассе растений определяли термостатно-весовым методом. Урожайность зеленой массы определяли с первого года жизни в фазу полного колошения поделочно, путем скашивания в валки с последующим взвешиванием на площадных весах. Статистическую обработку данных эксперимента проводили с помощью ПК, методом дисперсионного анализа [6].

Результаты и обсуждение. Как известно, на продуктивность многолетних злаковых трав значительное влияние оказывает их способность к кущению, в результате чего культуры формируют густоту стеблей в травостое, что в конечном итоге определяет их продуктивность особенно на первом году жизни. При этом кущение многолетних злаков происходит по нескольким схемам в зависимости от их биологических особенностей. Так житняк гребневидный по мнению В. Р. Вильямса [1] является рыхлокустовым злаком. Недостатком такого типа кущения является формирование кочек-розеток на поверхности поля, особенно при редком посеве. Это в конечном итоге способствует повышенной засоренности этой культуры в первые годы жизни. Кострец безостый является типичным корневищным злаком и обладает повышенной конкурентоспособностью, со временем он вытесняет другие культуры и сорняки из посева, способствуя формированию сплошного массива культуры. Что касается пырея удлиненного, то эта культура, как правило, развивается по рыхлокустовому типу, образуя короткие подземные побеги, и при низкой плотности посева, так же как и житняк, образует кочки [2, 3, 4].

Проведенные в Присивашье исследования показали, что кущение житняка гребневидного в условиях Крыма происходит по рыхлокустовому типу развития куста, кострец безостый развивался как типичный корневищный злак, образуя побеги из почек узла кущения и корневищ. Пырей удлиненный кустился по рыхлокустовому типу, куст культуры в основном формировался из подземного узла кущения и в меньшей степени из подземных укороченных корневищ.

На первом году вегетации у всех исследуемых нами многолетних трав на-

блюдалось слабое развитие побегов кущения (табл. 1), что говорит о их ози-мом типе развития. Существенных различий в количестве сформированных побегов на единицу площади между исследуемыми культурами на первом году вегетации выявлено не было. Основу стеблестоя у всех исследуемых культур составляли укороченные вегетативные побеги, а у костреца безостого и удли-ненные вегетативные. Образование генеративных побегов у всех исследуемых трав было единичным.

Таблица 1. Густота стеблей многолетних злаковых трав в зависимости от года вегетации травостоя, шт./м²

Культура	Год использования			Среднее по культуре (НСР ₀₅ = 15,29)
	первый	второй	третий	
Кострец безостый	324	618	847	596
Житняк гребневидный	314	435	509	419
Пырей удлиненный	308	532	595	478
Среднее по году (НСР ₀₅ = 14,51)	315	528	651	Хср. = 498

Примечание: *для частных средних НСР₀₅ = 25,52 шт./м²

На втором году вегетации интенсивность кущения всех изучаемых культур существенно возросла, в среднем по опыту на 1,67 раза. Так, наибольшее количество побегов на единице площади было сформировано кострецом безостым, а наименьшее в 1,42 раза ниже житняком гребневидным. На третьем году вегетации кущение рыхлокустовых злаков пырея и житняка было менее интенсивным, чем на втором, количество побегов на этих вариантах увеличилось лишь на 1,11 и 1,17 раза по отношению к прошлому году. Кострец же как корневищный злак, развивался более динамично и сформировал в 1,37 раза побегов больше на единице площади, чем в прошлом году.

В среднем за три года исследования, наибольшее количество побегов было сформировано многолетними злаками на третьем году вегетации, что говорит о постепенном развитии травостоя злаков. Кострец безостый, как корневищный злак, во все годы вегетации отличался более интенсивными темпами образования побегов по сравнению с рыхлокустовыми злаками.

Важным показателем, характеризующим структуру зеленой массы много-летних злаковых трав и оказывающим влияние на ее качество, является обли-ственность растений. Как показали исследования, наибольшая облиственность в годы исследования была характерна для костреца безостого, она в свою оче-редь зависела от количества вегетативных побегов в зеленой массе (табл. 2).

Высокая облиственность вегетативных побегов, по отношению к генера-тивным объясняется большим количеством у них листьев и отсутствием со-цветий. При этом в листьях содержится большее количество питательных ве-ществ, в первую очередь белка, нежели в стеблях и соцветиях.

Таблица 2. Облиственность растений многолетних злаковых трав в зависимости от года использования травостоя, %

Культура	Год использования			Среднее по культуре (НСР ₀₅ =2,15)
	первый	второй	третий	
Кострец безостый	47,41	41,96	42,54	43,97
Житняк гребневидный	44,50	31,34	24,60	33,48
Пырей удлиненный	40,63	38,95	42,75	40,78
Среднее по году (НСР ₀₅ =1,72)	44,18	37,42	36,63	Хср.= 39,41

Примечание: *для частных средних НСР₀₅ = 3,15%

Во все три года исследования наиболее облиственными были растения костреца безостого, это связано с тем, что в его надземной биомассе преобладают вегетативные побеги, доля же генеративных в общей массе побегов по годам исследования составляла не более 43,3 %. Важной биологической особенностью многолетних трав является факт снижения степени облиственности растений с увеличением возраста травостоя, что связано с увеличением доли генеративных побегов в травостое. Особенно сильно на третьем году вегетации снижалась облиственность растений житняка: в 1,27 раза по сравнению со вторым годом, что также связано с увеличением доли генеративных побегов в его зеленой массе и в целом с биологическими особенностями культуры, обеспечивающими высокую засухоустойчивость, путем снижения площади транспирации.

Показателем, характеризующим эффективность реализации культурой своего потенциала в определенных условиях, является ее продуктивность. Урожайность зеленой массы всех исследуемых культур учитывалась с первого года вегетации (табл. 3). Так, на первом году вегетации урожайность многолетних злаковых трав в условиях Присивашья была невысокой, что связано с биологическими особенностями исследуемых культур, а именно с их озимым типом развития и низкой обеспеченностью влагой растений в год посева. Наиболее продуктивными в год сева в среднем по опыту оказались пырей удлиненный и кострец безостый. Различия в урожайности между этими культурами находились в пределах ошибки опыта. Наименьшую урожайность сформировал житняк гребневидный – в 1,58 раз ниже.

На втором году вегетации урожайность многолетних злаковых трав возросла более чем в два раза по отношению к первому году. Наибольшей продуктивностью отличался пырей удлиненный, урожайность костреца безостого по сравнению с ним была на 8,6 %, а житняка гребневидного – на 26,3 % ниже.

Тенденция увеличения урожайности культур с увеличением возраста посева прослеживалась и на третьем году вегетации, прирост урожайности в этом году по отношению к предыдущему составил порядка 62 %. При этом увеличе-

ние урожайности посевов в основном произошло за счет повышения плотности стеблестоя в биомассе. Наибольшую продуктивность и на этом году вегетации сформировал пырей удлиненный. Достоверно уступал ему на 11,3 % по величине этого показателя кострец безостый. Наименьшую урожайность зеленой массы сформировал житняк – на 9,0 % ниже, чем пырей удлиненный. Высокая продуктивность пырея удлиненного в среднем по опыту по отношению к остальным исследуемым злакам объясняется, в первую очередь большей высотой растений культуры в укосную спелость. Так, на третьем году жизни высота стеблей пырея составляла не менее 120 см, костреца безостого – 95 см и житняка не более 60 см.

Таблица 3. Урожайность зеленой массы многолетних злаковых трав в присивашской зоне Крыма в различные годы вегетации, т/га

Культура	Год использования			Среднее по культуре (НСР ₀₅ =0,38)
	первый	второй	третий	
Кострец безостый	3,19	7,98	12,85	8,01
Житняк гребневидный	2,05	6,43	9,95	6,14
Пырей удлиненный	3,23	8,73	14,48	8,81
Среднее по году (НСР ₀₅ =0,38)	2,82	7,71	12,43	Хср.=7,65

Примечание: *для частных средних НСР₀₅ = 0,67 т/га

Важным показателем, характеризующим продуктивность исследуемой культуры помимо зеленой массы, является сбор сухого вещества с га (табл. 4).

Во все годы исследования выход сухого вещества с гектара, как и урожайность зеленой массы повышался с увеличением возраста травостоя. В первый год вегетации наибольший сбор сухого вещества обеспечили посевы пырея удлиненного и костреца безостого, менее продуктивным оказался житняк гребневидный.

Урожайность сухого вещества на втором и третьем году вегетации по отношению к первому году существенно возрастала. Наиболее продуктивным из исследуемых культур по величине этого показателя оказался пырей удлиненный.

Таблица 4. Выход сухого вещества с урожаем многолетних злаковых трав в присивашской зоне Крыма в различные годы вегетации, т/га

Культура	Год использования			Среднее по культуре (НСР ₀₅ =0,12)
	первый	второй	третий	
Кострец безостый	0,96	2,23	3,47	2,22
Житняк гребневидный	0,68	2,12	3,28	2,03
Пырей удлиненный	1,00	2,71	4,49	2,73
Среднее по году (НСР ₀₅ =0,12)	0,88	2,35	3,75	Хср.= 2,33

Примечание: *для частных средних НСР₀₅ = 0,21 т/га

Таким образом, в среднем за три года исследований наиболее продуктивной культурой в Присивашье Крыма как по урожайности зеленой массы, так и по сбору сухого вещества с единицы площади оказался пырей удлиненный.

Выводы. В условиях Присивашья наиболее продуктивной культурой, обеспечившей высокий сбор зеленой массы и сухого вещества, оказался пырей удлиненный – 8,81 т/га и 2,73 т/га соответственно. Достоверно уступал пырею продуктивности зеленой массы кострец безостый, в среднем за годы исследования он сформировал урожайность на уровне 8,0 т/га. Наименее продуктивной культурой в условиях Присивашья, за три года исследований оказался житняк гребневидный – 6,14 т/га. При этом, следует отметить, что житняк гребневидный раньше других исследуемых культур трогался в рост и после скашивания образовывал отаву, пригодную для стравливания до наступления устойчивых холодов, что в засушливых условиях Присивашья может положительно влиять на развитие овцеводства, нуждающегося в кормах круглый год. Что касается отавности, то в условиях Присивашья многолетние злаковые травы второго полноценного укоса для получения урожая зеленой массы в годы исследования не формировали.

Список использованных источников:

1. Привалова К. Н. Развитие идей академика В. Р. Вильямса о рациональных сроках использования луговых травостоев / К.Н.Привалова, А.В. Родионова, Е. Е. Проворная // Кормопроизводство. – 2003. – № 12. – С. 6–8.
2. Константинов П. Н. Житняк / Константинов П. Н. – М.: Издательство Всесоюзной Академии им. В.И. Ленина, 1936. – 33 с.
3. Косарев М. Г. Житняк / Косарев М. Г. – М.: Сельхозгиз, 1942. – 168 с.
4. Шаин С. С. Житняк / С.С. Шаин, В.А. Карунин. – М. : 1950. – 356 с.
5. Оненко В. Пырей удлиненный / В. Оненко // Кормовые культуры. – 1990. – № 9. – С 14.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Доспехов Б. А. – М. : Агропромиздат, 1985. – 352 с.
7. Кравцов В.В. Стрессоустой-

References:

1. Privalova K. N. Development of the ideas of Academician V. R. Williams on the rational timing of the use of meadow travostoms / K.N. Privalov, A.V. Rodionov, E.E. Provory // Fodder production. – 2003. – No. 12. – P. 6-8.
2. Konstantinov P.N. Zhitnyak/ Konstantinov P.N. – M.: Publishing House of the All-Union Academy named after V.I. Lenin, 1936. – 33 p.
3. Kosarev M. G. Zhitnyak / Kosarev M. G. Selkhangeligiz, 1942. – 168 p.
4. Shain S. S. Zhitnyak/S.S. Shain, V.A. Karunin. – 1950. – 356 p.
5. Onenko V. Elongated Wheatgrass /V. Onenko // Fodder crops. – 1990. – No. 9. – From 14.
6. Dospheov B.A. Field experience methodology (with the basics of statistical processing of research results)/ Dospheov B. A. – M.: Agro-industrial publishing house, 1985. – 352 p.
7. Kravtsov V.V. Stress resistant

чивые сорта Agropyron Elongatum (Пырей удлиненного) / Кравцов В.В., Кравцов В.А., Капустин А.С., Известия Оренбургского Государственного Аграрного Университета, Издательство: Оренбургский государственный аграрный университет (Оренбург), № 5 (79), 2019. – С. 122-124.

8. Кравцов В.В. Пырей удлиненный освоитель засоленных земель / Кравцов В.В. Нетрадиционное растениеводство, экология и здоровье. Материалы VI Международной научно-практической конференции. 1997 Издательство: Селекцентр "Гетерозис-Фитодар" 1997. – С. 372-373.

9. Иоффе Р. К. Многолетние травы в Крыму / Иоффе Р. К. – Симферополь: Крым, 1967. – 93 с.

10. Чернова М. Н. Дикорастущие кормовые травы Крыма / Чернова М. Н. – К. : Издательство Академии Наук УССР, 1957.– 146 с.

varieties Agropyron Elongatum (Elongated Wheatgrass) / Kravtsov V.V., Kravtsov V.A., Kapustin A.S., Proceedings Of The Orenburg State Agrarian University, Publishing House: Orenburg State Agrarian University (Orenburg), No. 5 (79) – P. 122-124.

8. Kravtsov V.V. Pyrey is an elongated developer of saline lands/ Kravtsov V.V. Unconventional crop production, ecology and health. Proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. 1997 Publishing House: Selection Center "Heterozis-Fitodar" 1997. – С. 372-373.

9. Ioffe R.K. Perennial herbs in Crimea/Ioffe R.K. – Simferopol: Crimea, 1967. – 93 p.

10. Chernova M.N. Wild feed grasses of Crimea/Chernova M.N. – K.: Publishing House of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR, 1957.– 146 p.

Сведения об авторах:

Дударев Дмитрий Петрович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры растениеводства Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: kdime_80@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Тарасенко Борис Алексеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры растениеводства Агротехнологической академии

Informatoon about the Authors:

Dudarev Dmitry Petrovich – Candidate of agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of plant growing of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University». E-mail: kdime_80@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

Tarasenko Boris Alekseevich – Candidate of agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor

ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: boris.tarasenko.58@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Изотов Анатолий Михайлович — доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заместитель директора по научной работе Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского». E-mail: a.m.izotov@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

of the Department of plant growing of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University». E-mail: boris.tarasenko.58@mail.ru, 295492, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

Izotov Anatoly Mikhailovich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Deputy Director for Scientific Work of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University». E-mail: a.m.izotov@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

УДК 635.757:631.5

**ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ АЗОТОМ
И ПРОДУКТИВНОСТЬ
ФЕНХЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО
В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОГО
КРЫМА****NITROGEN AVAILABILITY
AND PRODUCTIVITY OF
COMMON FENNEL IN THE
FOOTHILLS OF THE CRIMEA**

Горбунова Е.В., кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий аспирантурой;

Николашина О.Е., заведующий лабораторией;

Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Gorbunova E.V. Candidate of agricultural Science;

Nikolashina O.E., Head of the laboratory;

Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

В данной статье подробно изучено влияние азотного питания фенхеля обыкновенного сорта Мэрцишор в условиях предгорной зоны Крыма. В задачи наших исследований входило определение структуры поглощения нитратного азота растениями фенхеля обыкновенного и динамики его содержания в пахотном слое почвы.

Ключевые слова: фенхель, фаза вегетации, фон питания, вынос азота, нитратный азот.

In this article, the influence of nitrogen nutrition of fennel of the common variety martsishor in the conditions of the foothill zone of the Crimea is studied in detail. The objectives of our research were to determine the structure of nitrate nitrogen uptake by common fennel plants and the dynamics of its content in the arable soil layer.

Key words: fennel, vegetation phase, nutritional background, nitrogen removal, nitrate nitrogen.

Введение. Получение отечественной пряно-ароматической продукции и расширение ассортимента за счет новых растений позволит решить одну из самых важных проблем сельского хозяйства – обеспечение населения страны полноценными экологическими продуктами с учетом экономической и территориальной доступности продукции агропромышленного комплекса. Одним из таких путей повышения расширения ассортимента и качества, потребляемых пряно-ароматических растений, является использование новых культур с высокими вкусовыми и лечебными свойствами и продуктов их переработки. К таким растениям относится фенхель обыкновенный. Фенхель (*Foeniculum vulgare* Miller.), травянистое, многолетнее и ароматическое растение из семейства Apiaceae, которое используется для фармацевтических, пищевых, оздоровительных и косметических целей, культивируется в разных частях

Ирана и большей части мира. Ценностью растения можно считать эфирное масло (6 %) и жирное масло (20-22 %), витамины А, С и Е, флавоноиды, гликозиды, аминокислоты и большое количество белка [1,3].

В то же время, несмотря на свои полезные свойства, фенхель обыкновенный, норма потребления которого составляет не более 2 кг в год на человека, на производственных площадях Республики Крым не возделывается. Основная причина кроется в неизученности технологии выращивания. В связи с этим, введение фенхеля обыкновенного в культуру в условиях предгорной зоны Крыма является особенно актуальным, так как позволит увеличить производство сырья, повысить урожайность зеленой массы растений, улучшить качественные показатели получаемых продуктов в зависимости от агротехники выращивания.

Производство фенхеля невозможно без технологических особенностей с учетом агроклиматических условий. Необходимость обоснованного управления минеральным питанием растений связана с постоянным обновлением сортового состава, ростом требований к продуктивности и качеству сельскохозяйственных культур, нестабильностью экологических условий и приемов агротехники. Одним важнейшим условием, характеризующим процесс стеблевания и кущения, является азотное питание [2], при недостатке которого тормозится рост растений. Таким образом, целью исследований является изучение азотного питания фенхеля обыкновенного сорта Мэрцишор в условиях предгорной зоны Крыма.

Материал и методы исследований. За годы исследований изучали потребление нитратного азота растениями фенхеля и динамики его содержания в пахотном слое почвы путем закладки полевых опытов на коллекционном участке Агротехнологической академии (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского». Коллекционный участок расположен на границе верхнего и нижнего предгорных агроклиматических районов Крыма, характеризуется достаточной обеспеченностью растений светом и теплом, а также слабым и переменным увлажнением, почва участка – чернозем южный мицелярно-карбонатный. В пахотном слое почвы содержится 3,0 % гумуса, 20,6 мг/кг нитратов, 24 мг/кг подвижного фосфора, обменного калия 380 мг/кг почвы, рН водной вытяжки – 7,6-7,8. Полевые исследования проводились с соблюдением существующих норм и рекомендаций [4,5] по схеме, к которой были включены такие факторы и их варианты: фактор А – фон питания: без удобрений; N30; N60; N90; фактор В – срок посева: ранний (27 марта); средний (14 апреля); поздний (24 апреля); фактор С – ширина междурядья, см: 15;30;45;60. Содержание в почве нитратного азота определяли ионометрическим методом (ГОСТ 26951-86).

Результаты и обсуждение. В результате отмечалось неравномерное потребление нитратного азота растениями фенхеля в зависимости от вегетационного периода. Самое минимальное отмечено 7,2 % в фазу плодообразования, это связано, скорее всего, с процессом замедления формирования сухого вещества, максимальное – 47,7 % в фазу стеблевания и 30,2% – в фазу цветения, что, в

общем, составляет 77,9 %, т.е. на этапе интенсивного роста и развитии вегетативной массы (Рис. 1).



Рисунок 1. Структура потребления нитратного азота растениями фенхеля обыкновенного

Вследствие полученных результатов исследований можно сделать вывод, что содержание нитратного азота в пахотном почвенном слое снижалось во время вегетационного периода фенхеля обыкновенного. Наиболее значительное снижение концентрации азота в почве зафиксировано в фазу стеблеобразования и цветения (рис.2), которое соответствует максимальному потреблению азота растениями фенхеля (рис. 3).



Рисунок 2. Фенхель в фазу стеблевания и цветения

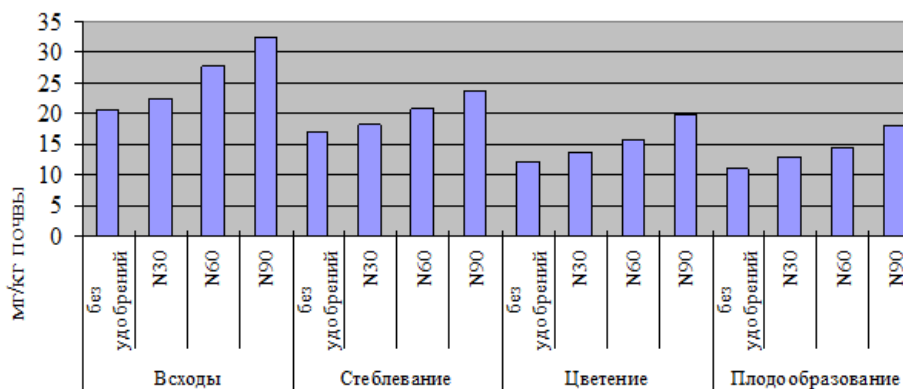


Рисунок 3. Содержание нитратного азота в пахотном слое почвы в зависимости от фона азотного питания, мг/кг почвы

Не изменяя вышеуказанную закономерность, азотные удобрения благоприятно влияют на содержание нитратного азота в почве в разные варианты исследований. При всходах при фоне питания N_{30} - N_{90} показатель увеличивался с 20,6 до 32,3 мг/кг, в фазу стеблеобразования от 16,8 до 23,6 мг/кг, цветения от 12,2 до 19,7 мг/кг, плодообразования от 11,0 до 17,8 мг/кг.

Различия между вариантами можно объяснить интенсивным потреблением нитратного азота в течение вегетационного периода фенхеля обыкновенного, чем: меньше разница, тем больше потребление нитратного азота растениями.

Полученные данные доказывают, что фон питания играет очень большую роль в регулировании выхода зеленой массы фенхеля, соответственно, и количества эфирного масла. Урожайность фенхеля варьировала от 17,86 до 29,59 ц/га от условий исследования. Наименее благоприятные условия наблюдались при позднем посеве на участке без удобрений и 60 см в ширину между рядами, максимальные при раннем посеве с фоном питания N_{60} и N_{90} при ширине между рядами 45 см составляли 29,59 и 29,31 ц/га соответственно (рис. 4).

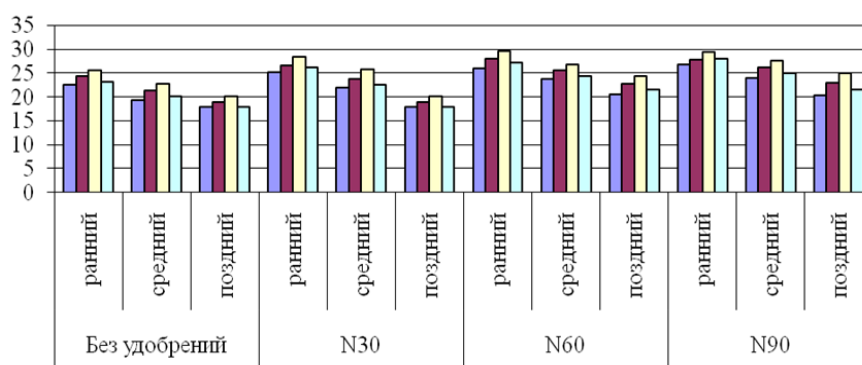


Рисунок 4. Урожайность зеленой массы фенхеля обыкновенного в зависимости от минерального питания, срока посева и ширины междурядий, ц/га

В исследовании установлена тенденция к незначительному увеличению основных вегетационных периодов под действием азотных удобрений и ширины междурядья, при внесении удобрений в дозе 90 кг действующего вещества на га N_{90} длительность вегетационного периода в среднем увеличивается на 2 дня, при смене междурядья с 45 см на 15 см уменьшается на один день. С вариантами среднего и позднего срока посева по сравнению ранневесеннего сокращается на 9 и 10 дней, соответственно.

В формировании высокой продуктивности растений фенхеля обыкновенного большую роль играет не только их надземная часть, но и корневая система. Как известно, корни берут из почвы не только минеральные вещества и воду, но и надземная часть растений перерабатывает их в различные органические вещества, этот процесс синтеза происходит при условии постоянного поступления продуктов фотосинтеза из листьев. Таким образом, агротехноло-

гические мероприятия, связанные с условиями ухода за растениями и почвой, внесением удобрений и подкормок, которые способствуют лучшему росту надземной части растений и повышению продуктивности. По результатам наших исследований [1], установлена зависимость продуктивности растений фенхеля при ранневесеннем посеве с шириной междурядий 45 см (рис. 5).

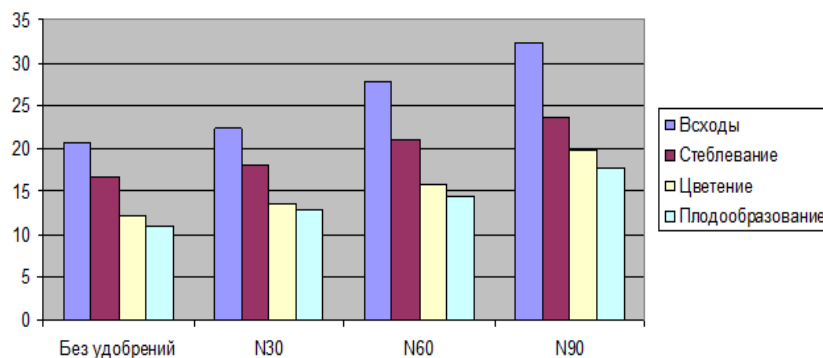


Рисунок 5. Продуктивность растений фенхеля в зависимости от минерального питания при ранневесеннем посеве с шириной междурядий 45 см.

Как показали исследования, азотные удобрения положительно влияют на образование урожая фенхеля обыкновенного в условиях предгорной зоны Крыма. В результате полученных данных, среднефакториальная продуктивность составила 21,13 ц/га на участке без удобрений, при внесении азотных удобрений в количестве 30 кг д.в./га урожайность повышалась на 1,77 ц/га (8,4%), при внесении азота 60 кг д.в./га увеличивается на 18,4% (3,89 ц/га), а при фоне питания N90 возрастает на 4,17 ц/га (19,7%). Таким образом, урожайность фенхеля увеличивается с увеличением азотного питания, но при дальнейшем внесении удобрений, окупаемость вследствие дополнительного урожая снижается, поэтому повышение дозы удобрений до 90 кг д.в./га оказывается неблагоприятным в итоге незначительного прироста урожайности на 1,3%, что связано с наиболее интенсивным ростом вегетативной части растений.

Выводы. Проведенные в предгорной зоне Республики Крым исследования показали, что содержание нитратного азота в пахотном почвенном слое снижалось во время вегетационного периода фенхеля обыкновенного. Наиболее значительное снижение концентрации азота в почве зафиксировано в фазу стеблеобразования и цветения, которое соответствует максимальному потреблению азота растениями фенхеля.

Как показали результаты исследований, азотные удобрения благоприятно влияют на содержание нитратного азота в почве в разных вариантах. При всходах при фоне питания N30 - N90 показатель увеличивался с 20,6 до 32,3 мг/кг, в фазу стеблеобразования от 16,8 до 23,6 мг/кг, цветения от 12,2 до 19,7 мг/кг, плодообразования от 11,0 до 17,8 мг/кг.

В результате полученных данных установлено, что азотные удобрения по-

ложительно влияют на образование продуктивности фенхеля обыкновенного в условиях предгорной зоны Крыма. среднефакториальная урожайность составила 21,13 ц/га на участке без удобрений, при внесении азотных удобрений в количестве 30 кг д.в./га урожайность повышалась на 1,77 ц/га (8,4 %), при внесении азота 60 кг д.в./га увеличивается на 18,4% (3,89 ц/га), а при фоне питания N90 возрастает на 4,17 ц/га (19,7%).

Список использованных источников:

1. Горбунова Е.В. Влияние агротехнологических приемов на рост и развитие фенхеля обыкновенного в условиях предгорной зоны Крыма / Горбунова Е.В., Горбунов Р.В. // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – Симферополь, 2019. – Вып. №20 (183). – С.51-57.

2. Makuha O.V. Influence of the dates of sowing, row spacing and fertilizers on fennel productivity in the south of Ukraine / Makuha O.V. // Инновационные подходы и перспективные идеи молодых ученых в аграрной науке: международная научно-практическая конференция молодых ученых, 17 ноября 2017 г.: материалы конф. – Кайнар, Казахстан, 2017. – С. 356-359.

3. Золотилова О.М. Оценка коллекционных образцов фенхеля обыкновенного по показателям продуктивности // Золотилова О.М., Золотилев В.А., Скипор О.Б., Новиков И.А. // Таврический вестник аграрной науки. – Симферополь, 2019. – Вып. №1 (17). – С.51-61.

4. Горбунова Е.В. Разработка основных элементов технологии производства высококачественного сырья фенхеля / Горбунова Е.В., Горбунов Р.В. // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – Симферополь, 2017. – Вып. №10 (173). – С.16-23.

5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистиче-

References:

1. Gorbunova E. V. Influence of agrotechnological techniques on the growth and development of common fennel in the conditions of the foothill zone of the Crimea / Gorbunova E. V., Gorbunov R. V. // news of agricultural science of Tavrida. – Simferopol, 2019. – Issue №20 (183). – P. 51-57.

2. Makuha O. V. Influence of the dates of sowing, row spacing and fertilizers on fennel productivity in the south of Ukraine // Innovative approaches and promising ideas of young scientists in agricultural science: international scientific and practical conference of young scientists, November 17, 2017: materials of the conference – Kainar, Kazakhstan, 2017. – P. 356-359.

3. Zolotylova O. M. Evaluation of collection samples of common fennel by productivity indicators // Zolotylova O.M., Zolotov V.A., Schipor O. B., Novikov I.A. // Tavricheskiy Vestnik of agricultural science. – Simferopol, 2019. – Issue № 1 (17). – P. 51-61.

4. Gorbunova E. V. Development of the main elements of technology for the production of high-quality raw materials of fennel / Gorbunova E. V., Gorbunov R. V. // news of agricultural science of Tavrida. – Simferopol, 2017. – Issue No. 10 (173). – P. 16-23.

5. Dospikhov B. A. Methodology of field experience (with the basics of

ской обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов – М, 1985. – 180 с. / B. A. Dospekhov–M, 1985. – 180 p.

Сведения об авторах:

Горбунова Елена Викторовна – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая аспирантурой Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: alenaroma12@mail.ru, 295492, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Николашина Ольга Евгеньевна – заведующая лабораторией кафедры растениеводства Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Information about the authors:

Gorbunova Elena Viktorovna – Candidate of Agricultural Science, head of the post-graduate program of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: alenaroma12@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

Nikolashina Olga Evgenievna – Head of the laboratory of the Department of crop production of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 631.674.5

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ГЕНЕРАТОРА КАПЕЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ

Горобей В.П., доктор технических наук, старший научный сотрудник;
Старчиков С.С., ведущий инженер, ФГБУН «Всероссийский научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН»;
Павлов Л.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

Приведено обоснование конструктивных и геометрических параметров пневмогидравлического устройства получения капель искусственного дождя регулируемой дисперсности за счет создания необходимых условий смешивания воздушной и водной фаз, что позволит повысить эффективность орошения широкого спектра сельскохозяйственных культур при различных технологиях их выращивания. Разрушение сплошности жидкости в генераторе искусственного дождя рассмотрено с учётом параметра её прочности. При этом подача воздуха для распыления жидкости может осуществляться как принудительно, так и эжекцией.

Ключевые слова: искусственный дождь, дождеватель, конструкция, параметры, давление, эжекция, распыление, моделирование.

EXTENDING THE FUNCTIONALITY OF THE DROP GENERATOR ARTIFICIAL RAIN

Gorobey V.P., Doctor of Technical Science, Senior Researcher;
Starchikov S.S., lead engineer FSBSI «All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of RAS»;
Pavlov L.V., doctor of agricultural Sciences, Professor, chief research officer FSBSI «Federal research center for vegetable growing»

The substantiation of the design and geometric parameters of a pneumatic-hydraulic device for producing artificial rain drops of controlled dispersion by creating the necessary conditions for mixing the air and water phases, which will increase the efficiency of irrigation of a wide range of crops with various technologies of their cultivation. The destruction of the continuity of the liquid in the artificial rain generator is considered taking into account the parameter of its strength. In this case, the air supply for spraying the liquid can be either forced or ejected.

Key words: artificial rain, sprinkler, design, parameters, pressure, ejection, spraying, modeling.

Введение. Продуктами орошаемого земледелия обеспечивается более половины населения планеты. В процессе развития дождевого орошения продолжают совершенствоваться обеспечивающие его средства и технологии, при этом подтверждается его очевидная перспективность.

Краткая агроклиматическая характеристика виноградарских районов Крыма показывает, что основным лимитирующим фактором возделывания винограда, резко снижающим его урожай, является влагообеспеченность. Полив перед возобновлением вегетации, обеспечивающий увеличение урожая на 20-30%, проводится ежегодно [1].

Там, где дождевальная система уже имеется, водой можно пользоваться и для других агротехнических мероприятий, например, если в овощеводстве после снятия урожая скороспелых овощей удалось посадить рассаду на том же участке на следующий же день после кратковременного полива без выпадения естественных осадков. При таком интенсивном использовании почвы и при соответствующем её удобрении удаётся снимать до трёх урожаев овощей в год [2].

Способ полива дождеванием может оказать благоприятное воздействие на почву и растения, однако не всегда качество искусственного дождя отвечает их требованиям. Эффективность орошения дождеванием во многом зависит от процессов, происходящих при воздействии искусственного дождя на поливаемую площадь, сочетания впитывания воды с воздействием падающих капель дождя [3]. Для оценки качества дождя при распылении струй важный параметр – дисперсность жидкости, которая характеризуется средним размером капель. Оценку искусственного дождя проводят по среднеобъёмному диаметру капель, вместе с тем при одном и том же значении возможны различные распределения капель по размерам. Для почвы и растений имеет значение не просто размер падающих капель, а их динамическое воздействие, или сила удара. Естественный дождь падает с большой высоты, и капли при движении достигают предельной скорости (скорости витания), определяемой их диаметром, поэтому для оценки динамического воздействия естественного дождя на почву достаточно знать диаметр капель. В искусственном дожде скорости капель не определяются однозначно их диаметром, а зависят от типа дождевальных струй и для одного и того же диаметра могут быть меньше или существенно превосходить скорости падения капель естественного дождя. Поэтому при определении динамического воздействия капель искусственного дождя надо учитывать размер капель и скорость их движения. Размеры капель естественных и искусственных дождей колеблются в широких пределах: первых – от 0,1 до 7 мм, а вторых – от 0,4 до 4,0 мм. Отмечается отрицательное воздействие увеличения диаметра капель на верхний слой почвы, причём, до глубины 3-5 см, а сила воздействия капель диаметром 3-5 мм в 4-5 раз больше, чем капель диаметром 1 мм. Воздействие трёхмиллиметровых капель не выдерживают, к примеру, листья люцерны [4].

В зависимости от интенсивности дождя, диаметра капель, концентрации

дождя естественный дождь подразделяют на моросящий, легкий, умеренный, сильный, очень сильный и ливень. По интенсивности дождя дождевальные машины попадают в категории от сильного дождя до ливня. В то же время по концентрации дождя и скорости капель искусственный дождь, создаваемый широкозахватной многоопорной дождевальной техникой, попадает в категорию от лёгкого до сильного дождя. Существенно то обстоятельство, что при искусственном и естественном дожде имеются различия в формировании микроклимата. Естественный дождь создаёт глобальный эффект, так как его влияние распространяется на большую территорию, а при дождевании создаётся локальный эффект. Микроклимат при дождевании возвращается к исходному состоянию после 2-4 суток, а при естественном дожде – после 5-8 суток, что существенно влияет на рост растений и создание влагозапасов [5].

Современным способом орошения является мелкодисперсное увлажнение (аэрозольное дождевание), признанное одним из пяти основных способов орошения. Сущность его сводится к распылению (диспергированию) оросительной воды на мелкие капли (50... 300 мкм), которые покрывают листовую поверхность растений и не скатываются с нее на почву, а остаются до полного испарения. Этот процесс сопровождается повышением относительной влажности воздуха, снижением температуры листовой поверхности. Он сокращает расход влаги на суммарное водопотребление, защищает растения от атмосферной засухи, способствует активизации процесса фотосинтеза и повышению урожайности сельскохозяйственных культур [6].

Для вегетационных подкормок сельскохозяйственных культур широко применяется внесение растворимых минеральных удобрений с поливной водой. Удобрения, или их водный раствор, могут подаваться во всасывающую и в напорную линии дождевальных установок или машин. Дождевальные установки и машины применяются также для распределения с поливной водой химических средств защиты растений. Вводятся эти вещества во всасывающую линию дождевальной системы при засасывании химиката в заданной концентрации, а также при подаче маточного раствора в напорную линию дополнительным насосом. Положительные результаты производственного применения химических средств через дождевальную установку плодовых садов против парши и вредителей были получены более полувека назад. Внесение фунгицидов в Европе производится в садах и виноградниках. На стационарных дождевательных системах, не имеющих алюминиевых труб, необходимый рабочий напор составляет 3-4 атм. [7].

Фертигация стала широко распространена в связи с переходом на более эффективные способы поддержания почвенного режима питания и рационального использования удобрений. Растения лучше поглощают вещества, растворённые в воде.

Орошение мелкодисперсным дождевателем обеспечивает высокое качество полива и предотвращает разрушение структуры почвы, что повышает

урожайность сельскохозяйственных культур. Разработанные технические решения полива мелкодисперсным и капельным дождеванием, а также нанесения жидких химикатов для борьбы с болезнями и вредителями, внекорневой подкормки растений, которые могут быть использованы в мобильных установках широкого спектра возделываемых сельскохозяйственных культур конструктивно сложные и имеют низкую эксплуатационную надёжность, как например [8, 9].

Создание новых технических решений дисперсных распылителей поливной воды, образующих капли диаметром менее 0,5-0,6 мм, а также формирующих облако мелкораспылённой в приземном слое воздуха водяной пыли с диаметром микрокапель от 100-150 до 300-500 мкм является актуальной задачей.

Цель исследований заключается в повышении эффективности полива сельскохозяйственных культур, совмещая химзащиту растений и искусственное дождевание при различных технологиях их выращивания созданием необходимых условий образования водо-воздушной струи за счёт обоснования конструктивных и геометрических параметров устройства получения искусственного дождя регулируемой дисперсности.

Материал и методы исследований. Из содержащихся в жидкости примесей существенное влияние на её прочность при распылении могут оказать пузырьки, находящиеся в объёме жидкости или в мелких трещинах нерастворимых частиц. Газовый пузырёк – слабое место в структуре жидкости, определяющее её прочность. Разрушение жидкости наступает вследствие развития газовых пузырьков. Увеличиваясь, пузырьки как бы расчленивают жидкость. При этом, чем больше размеры газовых пузырьков, тем сильнее они уменьшают прочность жидкости. Другим механизмом разрывов сплошности жидкости является кавитация, которая возникает при резком снижении давления в потоке движущейся жидкости. Пузырьки воздуха, распределяясь в воде, вызывают значительное увеличение поверхностной энергии, т.е. "разрывают" воду и приводят к снижению её эффективной прочности. Кроме того, пузырьки воздуха сжимаются до давления воды в распылителе, и воздух частично растворяется. При истечении из распылителя давление водо-воздушной смеси почти мгновенно сравнивается с давлением окружающей среды, и пузырьки резко расширяются (взрываются). Растворённый в воде воздух начинает десорбироваться и водо-воздушная смесь как бы вскипает. Весь этот комплекс явлений приводит к повышению эффективности дробления вытекающей из распылителя воды [10-12].

Предварительное газонасыщение распыливаемой воды приводит к увеличению КПД распыливания и к существенному снижению расхода воздуха и энергии по сравнению с расходом при пневматическом распыливании.

Распад струи жидкости в основном определяется действием на поверхность струи аэродинамических сил, величина которых зависит от относительной скорости струи и плотности окружающего газа. Аэродинамические силы стремятся деформировать и разорвать струю, а силы поверхностного натяжения препят-

ствуют этому. При обтекании струи жидкости газовым потоком (нормальным к оси струи) обнаруживается ряд особенностей, отличающих этот распад от распада в спутном потоке. У корня струи возникает более или менее протяжённый участок, где струя возмущена незначительно. Далее расположен участок с большими возмущениями. Под действием воздуха (до момента распада) струя как бы расплющивается, превращаясь в своеобразную плёнку, которая затем распадается на капли. При отсутствии воздушного потока плёнка, вытекающая из тонкой кольцевой щели перпендикулярно потоку, не деформируется и распадается по периферии, образуя крупные капли. При малой скорости воздуха, плёнка при соударении с ним сначала деформируется, а затем образует так называемый зонт, на краю которого возникает толстый неустойчивый валик, распадающийся на капли. При увеличении скорости воздуха плёнка разрушается под действием возмущений и от её края отрываются более мелкие капли. При большой скорости воздуха периферийные волны начинают преобладать и с поверхности плёнки отрываются гребешки, образующие капли малого размера (распыление). Если поток воздуха, обтекающий плёнку, закручивать относительно оси плёнки, то это расширит факел распылённой жидкости, уничтожит распределение капель в пространстве и уменьшит их размеры [13,14].

Перспективным, с точки зрения расширения диапазона регулирования размеров капель воды, разбрызгиваемых дождевателями, является использование в их конструкции аэраторов с эффектом эжекции. Такие устройства при простоте конструкции позволяют получать водовоздушную смесь, легко распадающуюся на капли при выходе из сопла дождевателя в воздух, без дополнительных затрат механической энергии [15,16].

В практике дождевого орошения используются дождевальные машины первого, второго и третьего поколения. Большая часть используемой дождевальной техники выработала свой технический ресурс, притом многие модели дождевальных устройств имеют реальные возможности для модернизации. Некоторые машины могут быть модернизированы для улучшения качества дождя, снижения материалоемкости, упрощения конструкции без снижения технологических возможностей, с переводом их на автономную работу, повышения надёжности и т.д.

Применены методы математического моделирования рабочего процесса генерирования капель искусственного дождя пневмогидравлическим устройством для обоснования его геометрических и технологических параметров. Анализ конструкций дождевальных машин, технологического оборудования и насадок для получения искусственного дождя. Математическое моделирование рабочего процесса для обоснования геометрических и технологических параметров пневмогидравлического устройства создания мелкодисперсного искусственного дождя, регулирования крупности и равномерности распределения капель дождя в пространстве и снижения энергозатрат. Алгоритм расчёта параметров распыливающего устройства пневмогидравлического увлажнителя

выполнен и работает в табличном процессоре (EXCEL или WPS) с использованием приведённых математических выражений обоснования основных конструктивно-технологических параметров устройства.

Результаты и обсуждение. На конструктивно-эквивалентной схеме на рисунке 1 приведён пневмогидравлический дождеватель, корпус которого состоит из двух частей, расположенных вдоль оси на резьбовом соединении частей. Первая, по направлению генерации распылённой жидкости снабжена конусообразным кольцевым зазором 1, за которым расположена камера смешения 2, переходящая в выпускное сопло 3 с винтообразными углублениями 4. Резьбовым соединением 5 первая часть корпуса соединена со второй, образуя диффузор 6, в который по воздушному штуцеру 7 подаётся воздух. Во второй части корпуса на резьбе 8 установлен штуцер 9 для подачи воды с фиксатором положения 10. Канал 11 штуцера 9 у выходной части имеет сужение, 12 переходящее в сопло 13 с винтовыми углублениями.

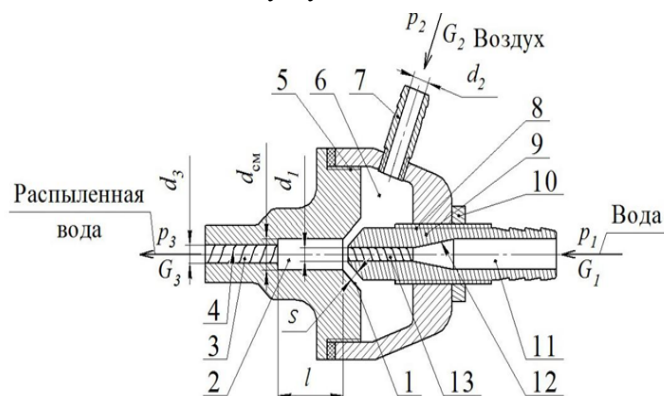


Рисунок 1. Конструктивно-технологическая схема устройства пневмогидравлического дождевателя

При работе пневмогидравлического аэрата поток жидкой фазы под давлением поступает по каналу 11 штуцера 9, получает ускорение в конусообразном сужении канала 12 и поступает в сопло 13 штуцера 9, где частично приведён во вращение винтообразными углублениями, выполненными на цилиндрических стенках сопла, контактирующих с жидкостью и выбрасывается в камеру смешения 2, в которой создано разрежение для поступающего, частично с завихрением по конусообразному кольцевому зазору 1, воздуха под давлением с преобразованной в него частью кинетической энергии воздуха из диффузора 6, а в диффузор по каналу тангенциально установленного штуцера 7 от компрессора. От соударения струйвоздушной и жидкой фаз образован поток, насыщенный воздухом. Насыщенная воздухом жидкость направлена в выпускное сопло 3, где вращением по винтообразным углублениям 4 дополнительно завихрена перед выбросным распылением.

При нагнетании воздуха под давлением степень регулирования распыле-

ния жидкости осуществлена при изменении величины кольцевого пневмозазора, образованного между конусными поверхностями l корпуса и наружной конусовидной поверхности торцевой части штуцера 9 соосно центральному жидкостному каналу. В пневмогидравлическом устройстве воздух может быть диспергирован в жидкую фазу из атмосферы под действием разрежения, возникающего в камере смешивания, без принудительного воздействия. Требования к чистоте жидкой фазы определены величиной поперечного сечения жидкостного канала, а попадание жидкости в камеру для воздуха, при работе устройства исключено.

Основываясь на вышеприведённых теоретических предпосылках, предлагается обоснование конструктивно-технологической схемы и параметров распыливающего жидкую фазу устройства дождевателя, отличительной особенностью которого является эжекция воздушной фазы [17].

Для наиболее эффективного распыливания воды дождевателем его конструкция должна обеспечивать насыщение воды воздухом и значительный перепад давления на выходе водо-воздушной смеси из сопла форсунки. Насыщение воды воздухом может осуществляться как принудительным его вводом под давлением в камеру смешивания, так и за счёт его эжекции. В последнем случае струя воды создаёт разрежение в камере смешения, и воздух всасывается из атмосферы.

Площадь поперечного сечения f_1 сопла водяного штуцера l найдем из уравнения для расхода воды G_1 через сопло [18]:

$$f_1 = \frac{G_1}{\mu \sqrt{2p_1}} \quad (1)$$

где μ — коэффициент расхода, значение которого всегда меньше 1;
 p_1 — давление воды, Па,

Если отверстие сопла водяного штуцера круглого сечения диаметром d_1 , то

$$f_1 = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2)$$

Из выражения (2) с учётом (1) получим:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4G_1}{\pi \mu \sqrt{2p_1}}} \quad (3)$$

Массовый расход воздуха, поступающего из атмосферы через воздушную камеру 3 в камеру смешения 4 аэратора, определяется по формуле [19]:

$$G_2 = \mu f_2 p_2 \sqrt{\frac{2k}{k-1} \frac{1}{RT_2} \left(Y^{\frac{2}{k}} - Y^{\frac{k+1}{k}} \right)} \quad (4)$$

где μ — коэффициент расхода, значение которого всегда меньше 1;
 f_2 — площадь поперечного сечения воздушного штуцера 2 ;
 k — показатель адиабаты (обычно принимается $k=1,4$);

R – газовая постоянная в (Н•м)/(кг•град);

T – абсолютная температура воздуха в К;

Y – отношение давлений p/p_2 ;

p – давление в воздушной камере дождевателя, Па.

Коэффициент μ определяется обычно из эксперимента или по справочным данным и учитывает факторы, которые не были учтены при выводе формулы (4). Показатель адиабаты k принимается равным 1,4. Для этого значения k имеются таблицы функции

$$\varphi(Y) = \sqrt{Y^{\frac{2}{k}} - Y^{\frac{k+1}{k}}} \quad (5)$$

которая называется функцией расхода.

Функция расхода φ при критическом отношении давлений Y^* по формуле (5) при $k = 1,4$ имеет значение $\varphi(Y^*) = 0,2588$ [18, 26].

Критический расход G^* находим по формуле (4) при $k = 1,4$ и $\varphi(Y^*) = 0,2588$:

$$G^* = \mu f_2 p_2 \sqrt{\frac{0,469}{RT_2}} \quad (6)$$

Зависимость (4) для определения расхода воздуха справедлива только в интервале значений Y от 1 до того значения Y^* , при котором расход G_2 становится максимальным. Это значение $Y = Y^*$ называется критическим. Если принять $k = 1,4$, то $Y^* = 0,528$.

Для того, чтобы можно было регулировать степень насыщения воды воздухом в аэраторе, массовый расход воздуха, поступающего из атмосферы в камеру смешения 4 аэратора, должен зависеть от отношения давлений Y . В соответствии с [26], такой режим работы возможен в интервале изменения Y от 0,528 до 1. Максимальный расход воздуха $G_2 = G^*$.

Из уравнения (6), с учётом $G_2 = G^*$, выразим величину сечения кольцевого зазора 5 на входе в камеру смешения 4 дождевателя:

$$f_2 = \frac{G_2}{\mu p_2} \sqrt{\frac{RT_2}{0,469}} \quad (7)$$

Из уравнения (7) найдём средний диаметр кольцевого зазора:

$$f_c = \frac{f_2}{\pi s} \quad (8)$$

где s – ширина кольцевого зазора.

Чтобы вода из камеры смешения 4 дождевателя не попадала в воздушную камеру 3 дождевателя, необходимо, чтобы расход воздуха, засасываемого через кольцевой зазор 5 в камеру смешения 4 аэратора, компенсировался расходом воздуха, поступающим из атмосферы в воздушную камеру 3 дождевателя. Это обеспечивается равенством сечений кольцевого зазора 5 на входе в камеру смешения дождевателя и отверстия воздушного штуцера 2 на входе в воздушную камеру дождевателя. Тогда диаметр отверстия воздушного штуцера 2 опреде-

лится по формуле:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4f_2}{\pi}}. \quad (9)$$

По результатам расчётов с использованием выражений (7), (8) и (9) построены графики зависимостей среднего диаметра f_c кольцевого зазора и диаметра d_2 отверстия воздушного штуцера от расхода воды G_1 с учётом расходов эжектируемого воздуха при нормальных атмосферных условиях для значений коэффициента эжекции 0,5; 0,7 и 0,9.

Согласно современным теоретическим представлениям о работе водовоздушных эжекторов [19], справедливо следующее выражение, выражающее объёмное соотношение подаваемой воды и эжектируемого воздуха:

$$u = K \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{p_3 - p_2}} \quad (10)$$

где K – постоянная, зависящая от конструкции и режима работы эжектора;

$p_1 - p_2$ – перепад давлений на срезе сопла 1 ;

$p_3 - p_2$ – перепад давлений, создаваемый эжектором.

Площадь сечения f см камеры смешения 4 определим из соотношения:

$$\frac{f_{CM}}{f_1} = K \frac{p_1 - p_2}{p_3 - p_2} \quad (11)$$

отсюда в случае цилиндрической формы камеры смешения 4 её диаметр:

$$d_{CM} = Kd_1 \sqrt{\frac{p_1 - p_2}{p_3 - p_2}}. \quad (12)$$

Диаметр выходного сопла определим по выражению:

$$d_3 = \sqrt{\frac{4G_1(1+u)}{\pi\mu\sqrt{2p_3}}}. \quad (13)$$

Длина l камеры смешения 4 должна быть достаточной для завершения смешения. По результатам исследований [20], оптимальная длина камеры смешения находится из соотношения:

$$\left(\frac{l}{d_1}\right)_{opt} = 15 \left(\frac{f_3}{f_1} - 1\right).$$

Отсюда, при круглой форме отверстий водяного штуцера и выходного сопла 6 аэратора:

$$l = 15d_1 \left(\frac{d_3}{d_1} - 1\right) \quad (14)$$

Алгоритм расчета параметров распыливающего устройства дождевателя выполнен и работает в табличном процессоре (EXCEL или WPS) с использованием выражений (3), (7), (8), (9), (13) и (14). Исходными данными являются давление воды p_1 и воздуха p_2 на входе дождевателя, необходимый расход

воды G_1 и коэффициент эжекции u . В расчётах учитываются коэффициенты расхода μ воды и воздуха, газовая постоянная R и температура воздуха T . Результаты расчётов выдаются в виде таблиц EXCEL (таблицы 1, 2). По результатам расчётов строятся графики (рисунки 2, 3).

Таблица 1. Зависимость диаметра воздушного штуцера от расхода воды

Расход воды G_1 , л/с	Диаметр воздушного штуцера d_2 , мм, при значениях коэффициента эжекции u		
	0,9	0,7	0,5
0,001	1,730684	1,5263201	1,289976
0,002	2,447557	2,1585426	1,824301
0,003	2,997633	2,6436640	2,234304
0,004	3,461369	3,0526403	2,579952
0,005	3,869928	3,4129556	2,884474
0,006	4,239294	3,7387055	3,159783
0,007	4,578960	4,0382635	3,412956
0,008	4,895115	4,3170853	3,648603
0,009	5,192053	4,5789604	3,869928
0,010	5,472904	4,8266481	4,079262

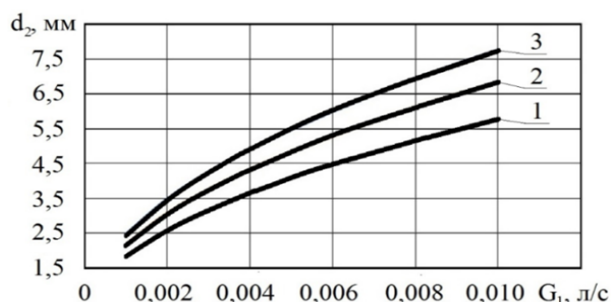


Рисунок 2. Зависимость диаметра d_2 воздушного штуцера от расхода воды, G_1 , при коэффициентах эжекции: 1 – $u = 0,5$; 2 – $u = 0,7$; 3 – $u = 0,9$

Таблица 2. Зависимость диаметра выходного сопла от расхода воды

Расход воды G_1 , л/с	Диаметр выходного сопла d_3 , мм, при давлении воды p_1 , Па		
	250000	300000	350000
0,001	2,054420	1,943287	1,825400
0,002	2,493971	2,308969	2,107790
0,003	2,866905	2,624178	2,356581
0,004	3,196622	2,905388	2,581505

Продолжение таблицы 1

0,005	3,495375	3,161685	2,788345
0,006	3,770530	3,398710	2,980866
0,007	4,026928	3,620249	3,161685
0,008	4,267950	3,828991	3,332709
0,009	4,496070	4,026928	3,495375
0,010	4,713162	4,215581	3,650800

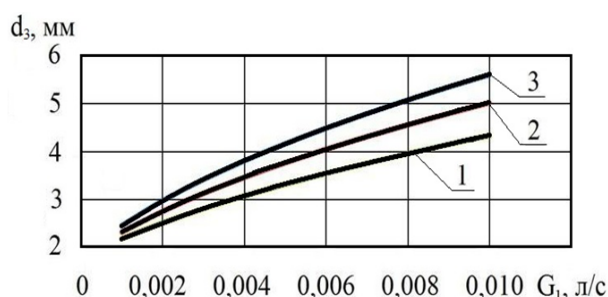


Рисунок 3. Зависимость диаметра выходного сопла d_3 от расхода воды G_1 при давлениях воды, МПа: 1 – $p_1 = 0,25$; 2 – $p_1 = 0,30$; 3 – $p_1 = 0,35$

Из представленных на рисунках графиков видно, что для эффективного распыления воды при поливе необходимо оснащать дождеватели распыливающими устройствами с диаметрами выходного сопла $d_3 = (2,5-5,5)$ мм и камеры смешения $d_{см} = (5-15)$ мм. При этом конструкция распыливающих устройств дождевателя должна обеспечивать возможность регулировки среднего диаметра f_c кольцевого зазора в пределах от 5 до 12 мм и длины l камеры смешения – от 11 до 17 мм.

Для лучшего смешения воды с воздухом в камере смешения дождевателя, с учётом результатов гидродинамических исследований по определению геометрических характеристик и угла установки лопаток завихрителя на величину циркуляционных зон, получаемых из соотношений осевой и тангенциальной составляющих скоростей потока, которые в свою очередь будут зависеть от степени закручивания потока, создаваемой завихрителем, от угла установки лопаток завихрителя с учетом анализа опытных данных шнековых завихрителей наряду с поперечной и спиральной накатками, проволочным спиральным и ленточным завихрителями [21-23], предлагается использовать принцип закручивания потока воды без разрыва его сплошности. Обеспечить это условие позволит канавка по форме однозаходной винтовой спирали с углом подъема 50° на внутренней поверхности водяного штуцера. С целью эффективной диспергации водо-воздушного потока при его выходе из сопла дождевателя используем принцип разрыва сплошности потока. Для этого выходное сопло дождевателя предлагается снабдить на внутренней поверхности выступом по

форме двухзаходной винтовой спирали с углом подъема 30° , противоположном направлению закручивания потока воды в камере смешения с воздухом.

Анализ разработанных конструкций спирального завихрителя потока и результаты теоретических исследований позволяют сделать вывод, что их использование незначительно увеличивает гидравлическое сопротивление [24].

Использование воздушной фазы и конструктивно-технологических особенностей устройства для распыления жидкости обеспечивает возможность получения мелкодисперсного дождевания для полива сельскохозяйственных культур, оперативного планирования внесения доз минеральных удобрений, борьбы с болезнями и вредителями растений, при этом оптимальная влажность почвы может быть значительно ниже, чем без применения мелкодисперсного дождевания [25].

Выводы. Разработанная математическая модель энергоресурсосберегающего устройства получения искусственного дождя для орошения сельскохозяйственных культур выражена в алгоритме расчёта геометрических параметров распыляющего устройства. Исходными данными являются давление воды и воздуха на входе дождевателя, необходимый расход воды и коэффициент эжекции. В расчетах учитываются коэффициенты расхода воды и воздуха, газовая постоянная и температура воздуха.

По результатам математического моделирования процесса работы пневмогидравлического распылителя получены данные для оптимизации его технологических параметров и конструктивных решений для разработки, изготовления макетного образца устройства и его экспериментальной апробации для получения капель искусственного дождя различной крупности при орошении и фертигации сельскохозяйственных культур.

Список использованных источников:

1. Фурса Д.И. Погода, орошение и продуктивность винограда/ Д.И.Фурса. – Л.: Гидрометеиздат. –1977.– 127 с.
2. Механизация сельского хозяйства. Сборник переводов и обзоров иностранной периодической литературы/ Отв. ред. А.В. Чумак. – М.: Изд-во Иностранной литературы. – 1955. – С. 232-237.
3. Гаврилица, А.О. Критерии оценки естественных дождей для природоохранных целей/А.О. Гаврилица, В.В. Сластикхин/ Географические исследования природной среды для целей сельскохозяйственного производ-

References:

1. Fursa D. I. Weather, irrigation and productivity of grapes/ D. I. Fursa. - L.: Hydrometeizdat. -1977. - 127 p.
2. Mechanization of agriculture. Collection of translations and reviews of foreign periodical literature / Ed. A.V. Chumak. - Moscow: publishing house of Foreign literature. – 1955. – Pp. 232-237.
3. Gavrilitsa, A. O. Criteria for evaluating natural rains for environmental purposes/A. O. gavrilitsa, V. V. Slastikhin / Geographical studies of the natural environment for agricultural production purposes. – Kishinev, 1984. – P. 77-78.
4. Theory, construction and

ства. Кишинев. 1984, С. 77-78.

4. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин: Учебник для вузов сельскохозяйственного машиностроения/ Е.С.Босой, О.В.Верняев, И.И.Смирнов, Е.Г.Султан-Шах; Под ред. Е.С.Босого – «2-е изд., перераб. и доп.– М.: Машиностроение, 1977. – С. 510-524.

5. Пospelov А.М. Структура дождя при искусственном дождевании сельскохозяйственных культур // Дождевание: Сб. науч. тр. / ВНИИГиМ, 1940. – т. 3. – С.117-186.

6. Сельскохозяйственные гидротехнические мелиорации : [Учеб. пособие для вузов по спец. "Гидромелиорация"] / С. М. Гончаров, С. М. Коробченко, С. В. Ковалев, Г. С. Потоцкий; Под ред. С. М. Гончарова, С. М. Коробченко. - Львов :Вищашк : Изд-во при Львов. гос. ун-те, 1988.– С. 70-71.

7. Винникова Н.В. Механизация и автоматизация дождевальных систем в социалистических и развитых капиталистических странах/ Н.В. Винникова// М.: Всесоюзный научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по сельскому хозяйству, 1970. –118 с.

8. Патент UA 38161 МПК А 01 G 25/00, А 01 С 23/00 Дождевальный аппарат / А.В. Черкун / Институт орошаемого садоводства им. Н.Ф.Сидоренко УААН/ Заявка u 200809420 Заявлено 18.07.2008 опубл. 25.12.2008, Бюл. № 24.

9. Патент RU 2573006 С1 МПК В 05 В 1/18, В 05 В 1/18 Мелкодисперсный дождеватель-опрыскиватель / В.Г. Абезин, С.Я. Семенов, В.А. Мо-

calculation of agricultural machines: Textbook for universities of agricultural engineering/ E. S. Bosoy, O. V. Vernyaev, I. I. Smirnov, E. G. Sultan-Shah; edited by E. S. Bosoy – "2nd ed., re-issue Moscow: Mashinostroenie, 1977. – Pp. 510-524.

5. Pospelov a.m. structure of rain during artificial sprinkling of agricultural crops // Sprinkling: SB. nauch. Tr. / Vniigim, 1940. – vol. 3. – P. 117-186.

6. Agricultural hydrotechnical land reclamation : [Textbook for higher education institutions on special "hydro-Reclamation"] / S.M. Goncharov, S.M. Korobchenko, S.V. Kovalev, G.S. Pototsky; ed. S.M. Goncharov, S.M. Korobchenko. – Lviv: Vyscha SHK: Publishing house at Lvov State University, 1988, Pp. 70-71.

7. Vinnikova N. V. Mechanization and automation of sprinkler systems in socialist and developed capitalist countries/ N. V. Vinnikova/ / Moscow: all-Union research Institute of information and technical and economic research on agriculture, 1970. -118 p.

8. Patent UA38161 IPC a 01 G 25/00, a 01 C 23/00 Sprinkler / A.V. Cherkun / Institute of irrigated horticulture named after N. F. Sidorenko uaanc/ Application u 200809420 Declared 18.07.2008 publ. 25.12.2008, bul. no. 24.

9. Patent RU 2573006 C1 MPC In 05 In 1/18, In 05 In 1/18 Fine sprinkler / V. G. Abezin, S. ya. Semenenko, V. A. Motorin et al. / Federal state budgetary scientific institution "Volga scientific research Institute of ecological and meliorative technologies" (FGBNU PNIEMT). Application 2014129253/05 Submitted 15.07.2014 publ. 20.01.2016.].

10. Zeldovich Ya. b. To the theory

торин и др. /Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Поволжский научно-исследовательский институт эколого-мелиоративных технологий» (ФГБНУ ПНИИЭМТ). Заявка 2014129253/05 Заявлено 15.07.2014 опубл. 20.01.2016.].

10. Зельдович Я.Б. К теории образования новой фазы. Кавитация // Журн. эксперим. и теорет. физики. – 1942. – Т. 12. – Вып. 11/12. – С. 525-538.

11. Пажи Д.Г. Основы техники распыливания жидкостей/ Д.Г. Пажи, В.С. Галустов М.:Химия. 1984. – 254с.

12. Bitron, M. Atomization of liquids by supersonic air jets / M. Bitron // Industrial and Engineering Chemistry. – 1955. – vol. 47. – № 1-2. – P. 23-25.

13. Богач А.А. Прочность воды при импульсном растяжении /Прикладная механика и техническая физика/ А.А. Богач, А.В. Уткин 2000. – Т.41.– №4. – С.198-205.

14. Дитятин Ю.Ф. Распыление жидкостей / Ю.Ф. Дитятин, Б.В. Новиков, В.И. Ягодкин. – М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.

15. Fisher, J. C. The fracture of liquids / J. C. Fisher // J. Appl. Phys. – 1948. – V. 19. – P. 1062–1067].

16. Соколов Е.Я. Струйные аппараты/ Е.Я. Соколов, Н.М. Зингер – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352с.

17. Пат. 2704175 Российская Федерация, МПК В 05 В 7/10; А 01 G 25/00. Пневмогидравлический дождеватель / Горобей В.П.; заявитель и патентообладатель В.П.Горобей. – № 2019107468; заявл.15.03.19; опубл. 24.10.19, Бюл. № 30.– 4 с.

18. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин / под

of formation of a new phase. Cavitation // J. Sib. experimental. and theoret. physics. – 1942. – Vol. 12. – Issue 11/12. – P. 525-538.

11. Pazhi D. G. Basics of technology for spraying liquids/ D. G. Pazhi, V. S. Galustov M.: Chemistry. 1984 – - 254с.

12. Bitron, M. Atomization of liquids by supersonic air jets / M. Bitron / / Industrial and Engineering Chemistry. – 1955. – Vol. 47. - no. 1-2 – Pp. 23-25.

13. Bogach A. A. Strength of water under pulsed tension / Applied mechanics and technical physics/ A. A. Bogach, A.V. Utkin 2000. – Vol. 41. – No. 4. – Pp. 198-205.

14. Dityatin Yu. F. Atomization of liquids / Yu. F. Dityatin, B. V. Novikov, V. I. Yagodkin. - Moscow: Mashinostroenie, 1977. – 208 p.

15. Fisher, J. C. The fracture of liquids / J. C. Fisher // J. Appl. Phys. - 1948. – V. 19. – P. 1062-1067].

16. Sokolov E. ya. Jet apparatuses/ E. Ya. Sokolov, N. M. singer – M.: Energoatomizdat, 1989. – 352 p.

17. Pat. 2704175 Russian Federation, IPC B 05 B 7/10; a 01 G 25/00. Pneumohydraulic sprinkler / gorobey V. P.; applicant and patentee V. P. Gorobey. – No. 2019107468; application 15. 03. 19; publ. 24.10.19, bul . no. 30 – 4 p.

18. Reference book of the designer of agricultural machines / ed. eng. A.V. krasnichenko. – Vol. 2 – M.: State scientific and technical publishing house of machine-building literature, 1961. – 862 p.

19. Levitsky N. I. Theory of mechanisms and machines – Moscow: Nauka, 1990. – 592 p.

20. Cunningham P. G. the Length

- ред. инж. А.В. Красниченко. – Т.2 – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1961. – 862 с.
19. Левицкий Н.И. Теория механизмов и машин – М.: Наука, 1990. – 592 с.
20. Каннингэм П.Г. Длина участка разрушения струи и смешивающей горловины жидкоструйного насоса для перекачки газа. Теоретические основы инженерных расчётов/ П.Г. Каннингэм., Р.Ж. Допкин. – М.: Мир, 1974. – №3. – С. 128-141.
21. Исаев А.И. Влияние геометрических характеристик завихрителя на вихревую структуру потока в импульсной камере сгорания/ А.И. Исаев, Ю.И. Майорович, А.М. Сафарбаков, С.А. Ходацкий/ Труды МАИ. Выпуск №88. [Электронный ресурс] URL: www.mai.ru/science/trudy/.
22. Влияние геометрических характеристик завихрителя на вихревую структуру потока в импульсной камере сгорания [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.mai.ru/science/trudy/.
23. Лаптев, А. Г. Методы интенсификации и моделирования тепломассообменных процессов: учебно-справочное пособие / А. Г. Лаптев, Н. А. Николаев, М. М. Башаров. – М.: Теплотехник, 2011. – 335 с.
24. Разработка и обоснование конструкции дождевателя для мобильных дождевальнх машин / В. Г. Абезин [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. – 2015. – № 1(37). – С. 1-5.
25. Мелкодисперсное дождевание сельскохозяйственных культур: учеб. пособие / Ю. А. Скобельцын [и др.]. – Краснодар: КСХИ, 1990. – 126 с.
- of the destruction section of the jet and mixing neck of the liquid jet pump for gas pumping. Theoretical foundations of engineering calculations / P.G. Cunningham, R. Zh. Dopkin. – M.: Mir, 1974. – No. 3. – Pp. 128-141.
21. Isayev, A. I. the Influence of geometrical characteristics of the vortex tube on the vortex structure of the flow in the pulsed combustor/ A. I. Isaev, Yu Majorowicz, A. M. Saparbekov, S. A. Chodacki/ Trudy MAI. Issue 88. [Electronic resource] URL: www.mai.ru/science/trudy/.
22. Influence of geometric characteristics of the swirler on the vortex structure of the flow in the pulsed combustion chamber [Electronic resource]. – Mode of access: www.mai.ru/science/trudy/.
23. Laptev, A. G. Methods of intensification and modeling of heat and mass transfer processes: an educational reference guide / A. G. Laptev, N. A. Nikolaev, M. M. Basharov. – M.: Teplotekhnik, 2011. – 335 p.
24. Development and justification of the design of the sprinkler for mobile sprinklers / V. G. Abezin [et al.] // Izvestiyanizhnevolzhskogoagrouniversitetskogo complex. – 2015. – № 1(37). – Pp. 1-5.
25. Fine sprinkling of agricultural crops: studies. manual / Yu. a. Skobeltsyn [et al.]. – Krasnodar: KSHI, 1990. – 126 p.

Сведения об авторах:

Горобей Василий Петрович – доктор технических наук, старший научный сотрудник сектора разработки и исследований макетных и экспериментальных технологических установок ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», e-mail: magarach@rambler.ru, г. Симферополь;

Старчиков Сергей Сергеевич – ведущий инженер сектора разработки и исследований макетных и экспериментальных технологических установок ФГБУН «Всероссийский национальный научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия «Магарач» РАН», e-mail: magarach@rambler.ru, г. Симферополь;

Павлов Леонид Васильевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства», e-mail: Pavlov.l.v@vniissok.ru, Московская обл., Одинцовский район, поселок ВНИИССОК..

Information about the authors:

Gorobey Vasily Petrovich – Doctor of of technical Sciences, Senior Researcher of sector of development and researches of model and experimental technological options FSBSI «All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of RAS», e-mail: magarach@rambler.ru, Simferopol;

Starchikov Sergey Sergeevich – Lead Engineer of sector of development and researches of model and experimental technological options FSBSI «All-Russian National Research Institute of Viticulture and Winemaking «Magarach» of RAS», e-mail: magarach@rambler.ru, Simferopol;

Leonid Vasilyevich Pavlov – Doctor of agricultural Sciences, Professor, Chief Research officer of the Federal research center for vegetable growing, e-mail: Pavlov.l.v@vniissok.ru, Moscow region, Odintsovo district, VNISSOK village.

УДК 631.362.36

**ИССЛЕДОВАНИЕ СЕПАРАЦИИ
СЕМЯН НА СЕЛЕКЦИОННО-
СЕМЕНОВОДЧЕСКОМ
ПНЕВМОСОРТИРОВАЛЬНОМ
СТОЛЕ****SEEDS SEPARATION RESEARCH
ON SEED BREEDING GRAVITY
TABLE**

Дринча В.М., доктор технических наук, профессор;

Филатов А.С., кандидат сельскохозяйственных наук;

ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет».

Drincha V.M., Doctor of of technical Sciences, Professor;

Filatov A.S., Ph. D. of agricultural Sciences;

FSBEI HE «Arctic State Agrotechnological University».

В статье представлены результаты исследований сепарации семян пшеницы и ячменя на селекционно-семеноводческом пневмосортировальном столе (ПСС). Обоснованы основные конструктивно-технологические параметры ПСС, которые могут применяться в селекции и семеноводстве, зерновой и комбикормовой промышленности, а также в других отраслях народного хозяйства. Материалы статьи могут быть использованы в конструкторских организациях, разрабатывающих машины для послуборочной обработки зерна и подготовки семян, а также в организациях, применяющих ПСС при выборе оптимальных параметров ПСС малой производительности.

Ключевые слова: семена, трудно-выделимая примесь, эпюра скоростей воздушного потока, пневмосортировальный стол, дека ПСС, эффективность сепарации, выход кондиционных семян, масса 1000 семян.

The article presents the results of studies of separation of wheat and barley seeds on a seed breeding gravity table (GT). The main design and technological parameters of the GT are substantiated, which can be used in breeding and seed production industry, grain and feed industry, as well as in other sectors of the economy. The results of the article can be used in design organizations that develop machines for post-harvest grain processing and seed preparation, as well as in seed plants with GT at low capacity.

Keywords: seeds, hardly separable impurity, air velocity diagram, gravity table, deck of GT, efficiency of separation, yield of conditioned seeds, mass of 1000 kernels.

Введение. Необходимость повышения качества семенного материала является одним из ключевых вопросов в семеноводстве зерновых культур, трав, технических, масличных и овощных культур.

В науке и практике более ста лет назад было обращено внимание на плотность семян, как признака, суммарно оценивающего их биологические свойства (посевные и урожайные качества). Например, свойство тонуть семян в воде издревле считалось свойством их доброкачественности. Известны результаты опытов по влиянию сортирования семян ячменя по плотности на урожай (табл. 1) [6].

Таблица 1. Влияние сортирования ячменя по плотности на урожай

Варианты опыта	Урожай, ц/га	Прибавка урожая, ц/га	Прирост урожайности, %
Контроль	15,5	-	-
Тяжелая фракция, 70%	18,73	3,23	20,8
Контроль	16,08	-	-
Тяжелая фракция, 70 %	19,05	2,97	18,5

Таким образом, при отбраковке около 30 % исходных семян прирост урожайности составлял 18...20 %, что естественно является высоким показателем. В современном семеноводстве потеря 30 % семян при их подготовке недопустимое расточительство.

Эффективный способ отбора биологически ценной фракции семян, заключающийся в сортировании их в жидкостях с различной плотностью, был известен давно до появления ПСС. Кроме того, при сепарации семян в жидкости выделяются некоторые трудноотделимые примеси [7]. Однако широкого применения в практике подготовки семян он не получил, так каждый раз после сепарации семена приходилось высушивать, а иногда и отмывать от солей, что сопрягалось с огромными потерями средств и времени.

В начале 20 века в семенной индустрии начинают применять способ сепарации в псевдооживленном слое, который по физическим свойствам аналогичен жидкостям, только при этом семена не увлажняются. Данный способ реализуется на ПСС [2,3].

В странах с развитым сельским хозяйством семена в обязательном порядке обрабатывают на ПСС [8]. В РФ на ПСС обрабатывается незначительная часть семенного фонда страны [3]. Данная проблема обусловлена в основном двумя факторами:

- высокой стоимостью ПСС;
- практически отсутствием идеологии о важности и необходимости обработки семян в псевдооживленном слое на ПСС.

Особо остро стоит проблема обеспеченности селекции и первичного семеноводства для обработки небольших образцов семян массой 3...5 кг и семен-

ных партий массой 50...200 кг. Для этих целей в прошлом веке на заводе ВИМ мелкими сериями выпускался ПСС-0,2, однако, при переходе к рыночным условиям производство этих столов было прекращено.

Цель исследования – определение основных конструктивно технологических параметров ПСС, который может быть использован для очистки и сортирования семян различных с.-х. культур для всех этапов селекционно-опытных работ, зерновой и комбикормовой промышленности, а также в других отраслях народного хозяйства.

Материал и методы исследований. Исследования проводились на ПСС нагнетательного типа (рис. 1), изготовленного в ОАО ГСКБ «Зерноочистка» (фото. 1).

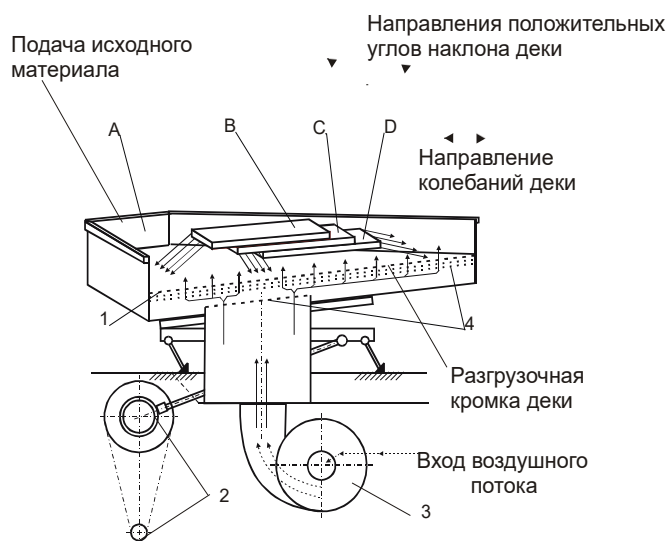


Рисунок 1. Технологическая схема ПСС нагнетательного типа: 1- рабочая поверхность деки; 2-вибропривод; 3 - нагнетательный вентилятор; 4 – воздушнораспределительные решетки деки

Процесс сепарации на ПСС происходит следующим образом (рис. 1, фото 1).

Исходный семенной материал поступает на поверхность деки *A*, где он подвергается вибрации и продувается воздушным потоком. При этом легкие частицы всплывают в верхний слой *B* материала, а более тяжелые опускаются в нижний слой *D*. Под действием колебаний деки, направленных под углом к ее рабочей плоскости, частицы, находящиеся в нижнем слое *D*, перемещаются к правому краю деки (если смотреть на деку со стороны схода материала), а всплывшие в верхний слой *B* – к левому.

Материал, находящийся в среднем слое *C*, практически не содержит ни легких, ни тяжелых примесей, т.е. является очищенным материалом и сходит в средней части разгрузочной линии деки. Сходящий с поверхности деки материал делится на фракции: с левой стороны деки сходят легкие примеси, в

средней части – семена основной культуры (очищенный материал), с правой стороны – тяжелые примеси.

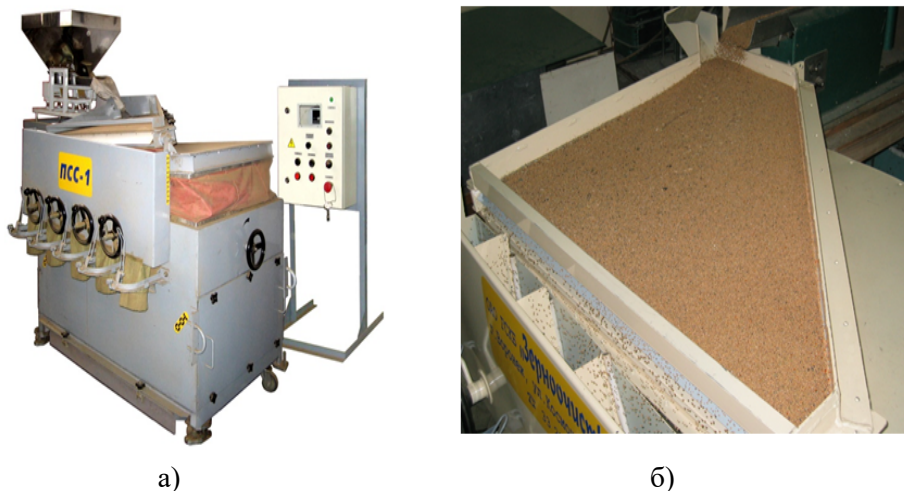


Фото 1. Пневмосортировальный стол ПСС-1: а – общий вид; б – дека с сепарируемым зерном.

Дека пневмостола имеет форму прямоугольной трапеции с основаниями рабочей ее поверхности 290 и 970 мм и высотой 730 мм. Площадь поверхности деки равняется 0,46 м². Эта площадь была разделена на 47 одинаковых участков, над каждым из которых измерялась средняя скорость воздушного потока. Площадь участка составляла примерно 98 см².

Содержание семян засорителей в семенах колосовых зерновых культур определяли путем взятия проб из исходных материалов и ручным подсчетом количества семян, находящихся в основном семенном материале в соответствии с ГОСТ Р 52325-2005 [1].

Поле скоростей над декой определялось с помощью анемометра крыльчатого АСО-3, имеющего диапазон измерения средней скорости воздушного потока от 0,3 до 0,5 м/с и предел допускаемой погрешности не более $\pm(0,1+0,05 V)$ м/с.

Поле скоростей определялось следующим образом. Первоначально находился режим сепарации зернового материала близкий к оптимальному. Затем, не изменяя регулировки пневмостола, при работающем только вентиляторе определяли среднюю скорость воздушного потока над каждым из 47 участков. Анемометр с наращенным на 20 мм по высоте корпусом устанавливали прямо на соответствующий участок деки.

На втором этапе измерения проводились при работающем вентиляторе и колеблющейся деке. Анемометр при этом устанавливали так, чтобы торец его корпуса находился над декой на расстоянии 2 мм.

Исследования были проведены на семенах ячменя и пшеницы.

Семена ячменя Московский-3 имели чистоту 97,62 %, содержали 0,54 %

битых семян и 1,74 % семян сорных растений. Содержание щуплых семян и мертвого сора было незначительное – 0,04...0,6 %. Влажность семян 13 %. По содержанию семян сорных растений (768 шт/кг) исходный материал ячменя не соответствовал нормам ГОСТ на семена. Основным засорителем были семена овсюга.

Семена пшеницы Мироновская-808 имели влажность 9,8 % и содержали в зависимости от опыта 7,81...9,82% примесей. Примеси, в основном, включали битые семена пшеницы и их содержание в исходном материале колебалось от 7,28 % до 9,21 %. Щуплые семена в нем находились в пределах 0,25...0,38 %, мертвый сор 0,21...0,23 %. Других примесей не было.

Более детальная методика определения наличия трудноотделимых примесей и параметров сепарации изложена в работах авторов данной статьи [4, 5].

Результаты и обсуждение. Полученные значения скоростей воздушного потока на каждом участке деки показали высокую равномерность распределения воздушного потока по площади деки, как при воздействии только воздушным потоком или воздушным потоком и колебаниями на деку (рис. 2).

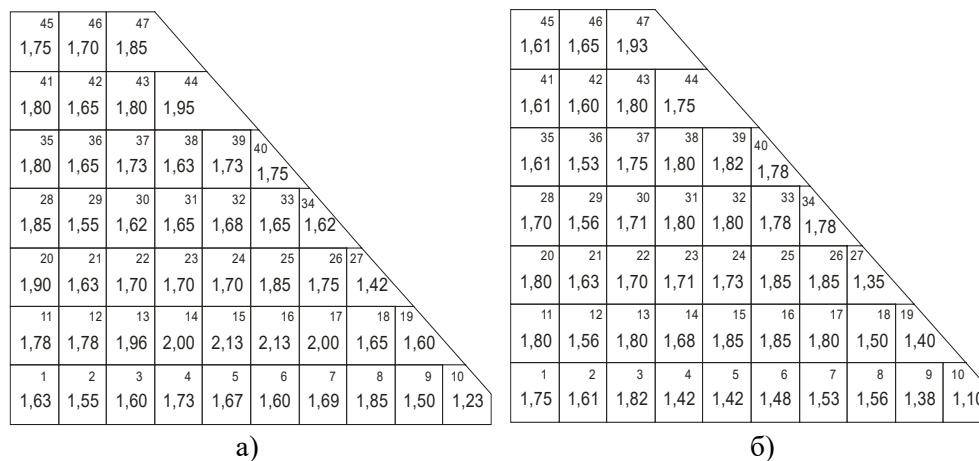


Рисунок 2. Поля скоростей на деке (в верхнем правом углу указан номер участка, а в центре – значение скорости воздушного потока): а - при воздействии только воздушным потоком на деку; б – при воздействии воздушным потоком и колебаниями на деку

Проведенная статистическая обработка полученных результатов показала, что среднее значение скорости при неподвижной деке равно 1,73 м/с, а при колебании – 1,67 м/с. Значения среднеквадратического отклонения при неподвижной деке $\sigma = \pm 0,167$ м/с, а при колеблющейся деке $\sigma' = \pm 0,169$ м/с. Ошибка при определении средней скорости соответственно 0,024 и 0,025 м/с, а средние значения коэффициентов вариации 9,7% и 10,1%. Анализируя полученные данные, можно сделать вывод, что колебания деки практически не влияют на эпюру скоростей воздушного потока над декой.

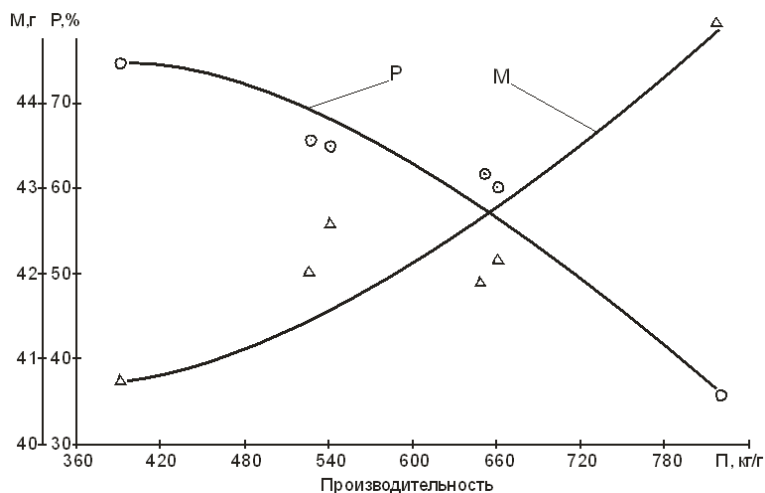


Рисунок 3. Выход кондиционных семян ячменя в зависимости от производительности ПСС и масса 1000 шт семян.

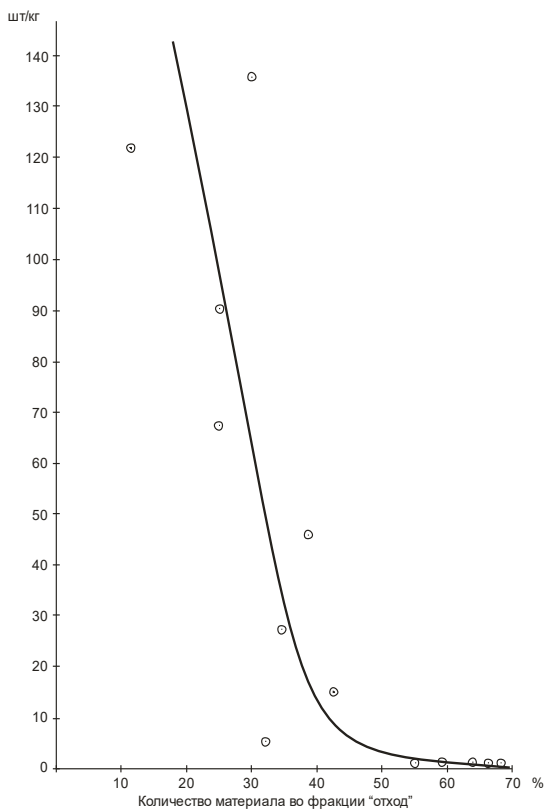


Рисунок 4. Содержание семян овсяга (шт/кг) во фракции «семена ячменя» в зависимости от количества материала выделенного во фракцию отход.

При выделении семян ячменя 25...30% от общего содержания в «отход» практически полностью выделяются щуплые семена, мертвый сор, а также основное количество битых семян и сорняков. Остальной материал, составляющий фракцию «семена» при производительности машины до 400 кг/ч по чистоте соответствует кондиционным семенам, при более высокой производительности выход кондиционных семян снижается (рис. 3). По содержанию семян сорных растений (овсюга в шт/кг) классность семян снижается. Так, кондиционных семян при производительности машины, равной 386 кг/ч, получено 74,72%, а при производительности, равной 819 кг/ч – только 35,34% (рис. 4).

Наиболее эффективно очистка и сортирование зернового материала пшеницы происходит при производительности машины, равной 489,5-1104,6 кг/ч. В этом диапазоне производительности при выделении во фракцию «отход» до 30% материала, содержащие семена с малым индивидуальным весом (на 20% ниже среднего показателя в исходном материале) можно получить 70% кондиционных семян. Масса 1000 штук этих семян на 2-3 г выше, чем в исходном материале (рис. 5).

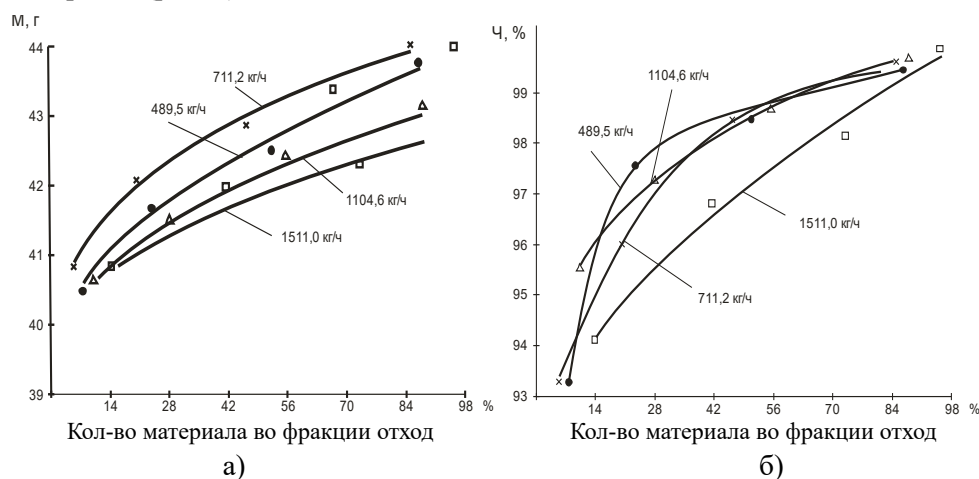


Рисунок 5. Изменение массы 1000 шт (а) и чистоты семян (б) пшеницы во фракции «семена» в зависимости от количества материала во фракции «отход» при разной производительности.

Так, при производительности машины 489,5 кг/ч, при выделении во фракцию «отход» 24,12 % материала, получено 75,88 % семян с чистотой 97,6 % и массой 1000 штук равной 41,67 г при массе 1000 штук семян в исходном материале равной 39,41 г.

При производительности машины равной 1104,6 кг/ч получено 72,0 % кондиционных семян с массой 1000 штук их равной 41,54 г.

При более высоких значениях производительности машины эффективность сепарации семян пшеницы снижается. Чтобы получить семенной материал того же качества, как при работе машины в вышеуказанном диапазоне

значений производительности (489,5 – 1104,6 кг/ч), необходимо увеличивать выход материала во фракцию «отход». Для получения семян третьего класса при производительности машины, равной 1511,0 кг/ч, необходимо выделить во фракцию «отход» уже не 30 %, а более 40 % материала.

Щуплые семена и мертвый сор машиной практически выделяются полностью во фракцию «отход».

Битые семена полностью не выделяются и до 40 % их (от содержания в исходном материале) попадают в очищенный материал.

Выводы. Задача подготовки качественного посевного материала предполагает необходимость применения современных технологий послеуборочной обработки семян, базирующихся, в первую очередь, на машине, разделяющей семенной материал в псевдооживленном слое на ПСС.

Коэффициент вариации скорости воздушного потока по площади деки не превышает 11 %, что обеспечивает высокую равномерность псевдооживления семян, а следовательно и устойчивость работы ПСС.

Оптимальный режим работы пневмосортировального стола соответствовал: производительность – около 600...1100 кг/ч, частота колебаний деки – 550 кол/мин., амплитуда колебаний – 6 мм; заслонка вентилятора открыта на половину, угол продольного наклона деки – 4,5°, поперечного наклона – 1,5°.

Список использованных источников:

1. ГОСТ Р 52325-2005. Национальный стандарт Российской Федерации. Семена сельскохозяйственных растений. Сортовые и посевные качества. Общие технические условия. – (С поправкой от, 2008 г.). – М., – 2006. – 53 с.

2. Дринча В. М., Борисенко И. Б. Применение и функциональные возможности пневмосортировальных столов. Научно-агрономический журнал. – 2008. – № 2 (83). – с. 33-36.

3. Дринча В.М., Павлов С.А., Бабченко В.Д. и др. Технологические основы применения пневматических сортировальных столов в сельском хозяйстве. – М.: Россельхозакадемия, 2003. – 100 с.

4. Дринча В.М., Филатов А.С. Повышение эффективности сепарации семян трав на пневмосортировальном столе. – Современный фермер, 2020. –

References:

1. GOSTP 52325-2005. National standard of the Russian Federation. Seeds of agricultural plants. Varietal and sowing qualities. General technical conditions. (As amended, 2008). – M., – 2006. – 53 p.

2. Drincha V.M., Borisenko I.B. Application and functionality of gravity tables. Scientific and agronomic journal. – 2008. – No 2 (83) – с. 33-36.

3. Drincha V.M., Pavlov S.A., Babchenko V.D. and others. Technological basis of using gravity tables in agriculture. – M., Russian academy of agricultural sciences, 2003. – p. 100.

4. Drincha V.M., Filatov A.S. Increasing efficiency of grass seeds separation on gravity table. – Modern farmer, 2020. – №3. – с. 2-4.

5. Drincha V. M., Mudarisov S. G., Filatov A. S. Improving efficiency of wild oat removal from grain mass on gravity

№3.– с. 2-4.

5. Дринча В.М., Филатов А.С. Повышение эффективности выделения сорных семян овсяга на пневматических сортировальных столах. Кормопроизводство. – 2020.– №4. – с. 44-48.

6. Майсурян Н.А. Биологические основы сортирования семян по удельному весу. Тр. ТСХА. – М., 1947.– Вып.3. – 120 с.

7. Сысуев В.А., Сайтов В.Е., Фарафонов В.Г., Сайтов А.В. Исследование параметров движения зерна в жидкости устройства для удаления спорыньи. Инженерные технологии и системы. Том 29.– № 2.– 2019. – с. 248-264.

8. Gregg Billand Gary Billups. Seed conditioning. – Vol. 2. – Technology-Part B. – Science Publishers, 2010. – 976 p.

table separators. Fodderjournal.2020, №4. – с. 44- 48.

6. Maysuryan N.A. Biological bases of sorting seeds by specific gravity. Proceedings of MTAA. – M., 1947. – Issue.3. – p. 120.

7. Sysuev V.A., Saitov V.E., Farafonov V.G., Saitov A.V. The parameters research of grain movement in the liquid of an ergot removal device. Engineering technologies and systems. –Vol. 29. – № 2. – 2019. – Pp. 248-264.

8. Gregg Billand Gary Billups. Seed conditioning. –Vol. 2. – Technology-Part B. – Science Publishers, 2010. – 976 p.

Сведения об авторах:

Дринча Василий Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры Технологические системы АПК ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», e-mail: vdrincha@list.ru, 677007, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, Сергеляхское ш. 3-й км, д.3;

Филатов Александр Семенович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры «Энергообеспечение в АПК» ФГБОУ ВО «Арктический государственный агротехнологический университет», e-mail: filatov.a.c@mail.ru, 677007, Россия, Республика Саха (Якутия), г. Якутск, Сергеляхское ш. 3-й км, д.3.

Information about the authors:

Drincha Vasily Mikhailovich – Doctor of technical Sciences, professor of the Department of Technological systems of agroindustrial complex of the FSBEI HE «Arctic state agrotechnological university», e-mail: vdrincha@list.ru, 677007, Russia, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoye sh. 3rd km, house 3;

Filatov Alexander Semenovich – Candidate of agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Energy supply in the agro-industrial complex of the FSBEI HE «Arctic state agrotechnological university», e-mail: filatov.a.c@mail.ru, 677007, Russia, Republic of Sakha (Yakutia), Yakutsk, Sergelyakhskoye sh. 3rd km, house 3.

УДК 631.348

**АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ
РАСПЫЛИТЕЛЕЙ МАШИН ДЛЯ
ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ
РАСТЕНИЙ****ANALYSIS OF DESIGNS OF
SPRAYERS MACHINES FOR
CHEMICAL PLANT PROTECTION**

Самсонов Ю.В., заместитель директора;

Догода П.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Samsonov Yu. V., Deputy Director;

Dogoda P. A., doctor of agricultural Sciences, Professor;

Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»

Проведен анализ технических характеристик существующих распылителей машин для химической защиты растений. Приведена их классификация, основные агротехнологические требования по обработке растений агрохимикатами.

Ключевые слова: опрыскивание, распылитель, дисперсность, регулирование распыла, размер капли.

The analysis of technical characteristics of existing sprayers of machines for chemical plant protection is carried out. Their classification and main agrotechnological requirements for processing plants with agrochemicals are given.

Key words: spraying, spray, dispersion, regulation of spray pattern, droplet size.

Введение. Рост количества агрохимикатов сельскохозяйственного применения в различных почвенно-климатических условиях выдвигает требования универсальности технологического процесса опрыскивания с регулируемым диапазоном настраиваемых режимных параметров: количество распыляемой жидкости, дисперсность распыла и равномерность распределения капель по всей поверхности листостебельной массы.

Внесение агрохимикатов сопровождается потерями, одними из которых является снос капель рабочей жидкости ветром за границы обрабатываемого участка [1].

Актуальность проблемы заключается в снижении потерь агрохимикатов при химической защите растений в процессе работы при неблагоприятных погодных условиях, связанных с ветреной погодой.

Одно из технических решений – это применение регулируемых распылителей, на опрыскивателях, которые позволят изменять дисперсность распыления, а также расход рабочей жидкости.

Материал и методы исследований. С целью проведения анализа существующих

ющих конструкций распылителей на машинах для химической защиты растений, проведен обзор литературы, посвященной исследованию механизации химической защиты растений, в том числе технологическому процессу распыления.

Результаты и обсуждение. Показателями качества опрыскивания является количество внесения рабочей жидкости агрохимикатов, дисперсность распыливания, густота покрытия каплями площади поверхности биологической массы при химической защите растений и равномерность распределения по ней.

В зависимости от способа опрыскивания и вида обрабатываемых культур опрыскиватели должны обеспечивать дисперсность распыла и нормы расхода рабочей жидкости на гектар в пределах, указанных в таблице 1.

Таблица 1. Характеристика способов опрыскивания

Способ опрыскивания	Преимущества	Недостатки	Виды рабочих жидкостей			Дисперсность распыла, мкм	Нормы расхода рабочей жидкости, л/га	
			Суспензия	Эмульсия	Раствор		Сад	Виноградник
Крупнокапельное опрыскивание	Хорошее смачивание, нет опасности повреждения растений, малая опасность для обслуживающего персонала, универсальность применения	Большая потребность в воде, низкая производительность, большие потери рабочей жидкости (стекание с листьев), высокая себестоимость и трудоемкость процесса	+	+	+	>300	До 2000	До 2000
Среднекапельное опрыскивание	Хорошая прилипаемость жидкости, небольшая потребность в воде, повышенная производительность, малая трудоемкость процесса	Повышенная энергоемкость процесса, необходимость в точной дозировке, возможность повреждения (ожога) растений в результате передозировки препарата	+	+	+	150-300	200-800	200-1000

Продолжение таблицы 1

Ультрамалообъемная обработка	Мелкокапельное опрыскивание
Отсутствие воды, минимальная потребность масляных растворителей, большая производительность, малая трудоемкость процесса	Минимальное потребление воды или полное ее отсутствие, большая производительность
Зависимость обработки от метеорологических условий, непригодность для фунгицидов, неуниверсальность, возможность нанесения вреда полезным насекомым (пчелам)	Низкая прилипаемость, зависимость обработки от метеорологических условий, малая пригодность для фунгицидов, неуниверсальность
-	-
+	+
+	+
<50	50-150
До 50	200-500
До 10	200-500

Примечание:Источник: составлено по материалам [2].



Примечание: Источник: составлено по материалам [4].

Рисунок 1. Методы распыливания жидкости

Существующие в настоящее время основные точки зрения на механизм распыливания жидкости делятся на:

- распад под влиянием осесимметричных возмущений, которые возрастают под воздействием капиллярных сил;
- распад под воздействием турбулентных пульсаций, которые приводят к отрыву отдельных частиц жидкости;
- распад под воздействием кавитационных явлений, которые возникают вследствие колебательных процессов;
- распад под влиянием инерционных сил [3].

В зависимости от условий перемещения струи различают методы распыливания жидкости (рисунок 1).

Гидравлические распылители – основным энергетическим фактором которого приводит к распаду жидкости на капли, является давление нагнетания. Проходя через распыливающее устройство, поток жидкости приобретает высокую скорость и переходит в форму, способствующую быстрому и качественному распаду (струя, пленка, крупные частицы, в зависимости от принадлежности распылителя к тому или иному классу). Гидравлическое распыливание является самым экономичным по потреблению энергии (2-4 кВт на диспергирование 1 т жидкости), однако образуемый при этом распыл – довольно грубый и неоднородный, затруднено регулирование расхода жидкости при заданном качестве дробления. Однако этот способ нашел наиболее широкое распространение вследствие сравнительной его простоты.

Дисковые распылители – рабочая жидкость получает энергию в результате трения о быстровращающийся диск. Получая вместе с диском вращательное движение, рабочая жидкость под действием центробежных сил соскальзывает с распылителя (в виде пленок или струй) и дробится на капли. Существенными недостатками является то, что вращающиеся распылители дороги, сложны в изготовлении и эксплуатации, энергоемки (15 кВт на диспергирование 1 т жидкости) и, кроме всего прочего, создают завихрение воздуха, влияющее на траекторию полета капель.

Пневматические распылители – рабочая жидкость получает энергию, главным образом, в результате динамического взаимодействия ее с высокоскоростным воздушным потоком. В результате большой относительной скорости потоков в распылителе или за его пределами рабочая жидкость сначала расслаивается на отдельные нити, которые затем распадаются на капли. Недостатками такого типа распылителей являются повышенный расход энергии на распыливание (50-60 кВт на 1 т жидкости) и необходимость в оборудовании для подачи сжатого воздуха.

Акустические распылители – рабочая жидкость получает энергию при взаимодействии с потоком газа. Вместе с тем, в отличие от пневматического распыливания, газу сообщаются колебания ультразвуковой частоты, что при остальных равных условиях обеспечивает более тонкое и однородное дробление. Этот

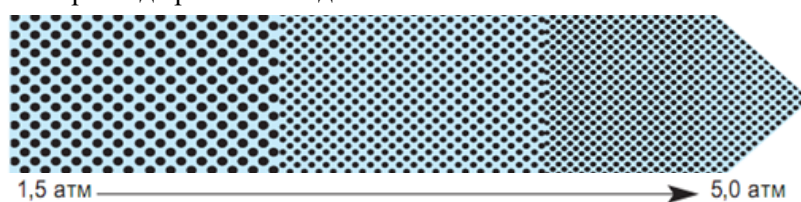
способ распыливания является более экономичным и перспективным, чем пневматическое диспергирование, но конструкции акустических распылителей более сложные, чем пневматических [3,5].

Также нужно отметить, что для каждого конкретного случая имеется свой оптимальный размер капель, который зависит от многих факторов: вида растения, его состояния, применяемого препарата, погодных условий, интенсивности сноса частиц, рассеивания их в приземном слое атмосферы, испаряемости рабочей жидкости и густоты покрытия листовой поверхности [6]. Чем больше одинаково концентрированных и схожих по размеру капель из класса 60-250 мкм попадает в цель, тем меньше требуется сельскохозяйственных ядов, например пестицидов, при том же их токсикологическом эффекте [7].

Процентная доля поверхности, на которой необходимо произвести обработку, зависит во многом от технических, химических и биотических факторов. При рекомендованном расходе рабочей жидкости она должна составлять минимально от 10% до 15% [8].

Известно, что более мелкая капля даёт большую степень покрытия препаратом листовой поверхности, лучшее держание препарата на ней, повышенное проникновение в ткань (слоеная абсорбция) и вследствие чего высокую токсичность действия его на вредные организмы [9].

На нерегулируемом распылителе дисперсность напрямую зависит от рабочего давления (рис. 2), но увеличение рабочего давления влечет за собой и увеличение расхода рабочей жидкости.



Примечание: составлено по материалам [8].

Рисунок 2. Изменение размера капель в зависимости от изменения рабочего давления

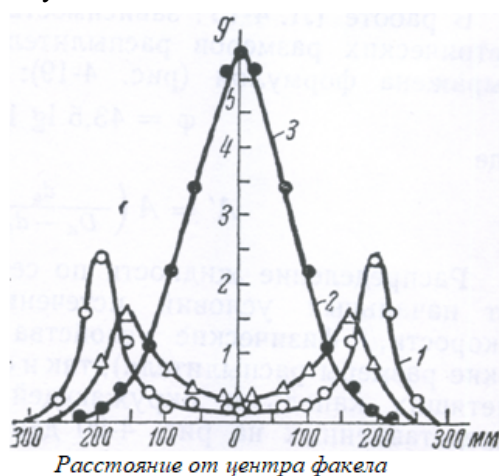
С повышением дисперсности распыления увеличивается и снос его воздушными потоками в атмосферу, то есть снижается степень оседания препарата на растения, а отсюда снижается и густота покрытия, а соответственно и эффективность использования препарата.

Под сносом при применении средств защиты растений подразумеваются капли с активными веществами, которые при опрыскивании не попадают на почву или растения, а уносятся ветром из зоны обработки или испаряются, не достигнув цели. Вследствие этого могут быть повреждены соседние культуры и загрязнены водоемы. Таким образом создается угроза для человека и животных, загрязняются другие полевые культуры, нарушаются регламенты норм внесения препаратов на обрабатываемые культуры. Причинами сноса

могут быть технические и метеорологические факторы, такие как: размеры капель, скорость движения, высота штанги, скорость ветра, температура воздуха, влажность воздуха [8,10].

Один из способов решения данной проблемы- использование распылителей с регулируемым диапазоном режимных параметров.

Распределение жидкости по сечению струи зависит как от начальных условий истечения струи (составляющие скорости, физические свойства жидкости, геометрические размеры распылителя), так и от условий взаимодействия летящих капель и окружающей газовой среды. Анализ представленных на рис. 3 данных показывает, что при снижении скорости, уменьшении диаметра сопла и увеличении вязкости, максимумы плотности орошения приближаются к центру и при определенных условиях сливаются, образуя один максимум на оси вращения. Это происходит при закручивании струи, так как характер зависимости коэффициента расхода от числа Re сохраняется прежним, т.е. растет при уменьшении числа Re за счет уменьшения касательной составляющей скорости.



Обозначение	Π_1	Re
1	$1,5 * 10^{-5}$	10^4
2	$4,5 * 10^{-5}$	$4 * 10^3$
3	$2,3 * 10^{-4}$	$1,7 * 10^3$

$$d_0=0,94 \text{ мм}; D/d_0=9,73; A=4,4; z/d_0=170$$

Рисунок 3. Распределение безразмерной плотности орошения g по сечению факела

Поскольку размер капель является функцией диаметра сопла и критериев Re , Π_1 и A , то эти критерии служат главными факторами, определяющими форму распыленной струи при истечении в неподвижную среду. Из анализа данных следует, что по мере уменьшения критериев Re и A (уменьшения центробежных сил инерции) максимумы кривых приближаются к оси [11].

С увеличением длины камеры закручивания возрастает поверхность трения и, как следствие, уменьшается момент количества движения потока жидкости, поступающей в сопло форсунки. При этом увеличивается коэффициент расхода форсунки и снижается угол факела распыливания. Тем самым течение жидкости приобретает более сложный характер, чем в форсунках с короткой камерой.

Выводы. Анализ литературных источников показывает, что до настоящего времени нет распылителей агрохимикатов с регулируемой дисперсностью и расходом рабочей жидкости. Для решения этого вопроса необходимо создать регулируемый распылитель опрыскивателя, который будет удовлетворять современным технологическим, экологическим и агротребованиям. Конструкция должна быть простой в производстве, надежной в эксплуатации, иметь малую энергоемкость. Распылитель может обеспечивать регулирование режимных параметров: нормы расхода рабочей жидкости и требуемой дисперсности распыливания, за счет изменяющихся параметров величин Re и A .

Список использованных источников:

1. Научный вестник Национального Университета Биоресурсов и Природопользования Украины. – № 166, 2011.
2. П.А. Догода. Механизация химической защиты растений. – С.: Таврия, 2000. – 139 с.
3. Д.Г. Пажи, В. С. Галустов. Основы техники распыливания жидкостей. – М.: Химия, 1984. – 256 с.
4. Ю.Ф. Дитякин, Л.А. Клячко, Б.В. Новиков, В.И. Ягодкин. Распыливание жидкостей.- М.: Машиностроение, 1977. – 208 с.
5. В.М. Халанский, И.В. Горбачев. Сельскохозяйственные машины. – М.: КолосС, 2004. – 624 с.
6. Н.В. Никитин, Ю.Я. Спиридонов, В.Г. Шестаков. Технические средства и технологические особенности применения гербицидов и арборицидов на объектах несельскохозяйственного пользования. – М.:РАСХН-ГНУ ВНИИФ, 2009.® – 68 с.
7. Ю.М. Веретенников, А.В. Овсянкина, И.Я. Паремский. Статья

References:

1. Scientific Bulletin of the National University of Bioresources and nature Management of Ukraine. –No. 166, 2011.
2. P. A. Dogoda. Mechanization of chemical plant protection. – S.: Tavria, 2000. – 139 p.
3. D. G. Pazhi, V. S. Galustov. Fundamentals of liquid atomization techniques. – Moscow: Chemistry, 1984. – 256 p.
4. Yu. F. Dityakin, L. A. Klyachko, B. V. Novikov, V. I. Yagodkin. Spraying of liquids. Moscow: Mashinostroenie, 1977. – 208 p.
5. V. M. Halansky., I. V. Gorbachev. Agricultural vehicles. Moscow: Koloss, 2004. – 624 p.
6. N. V. Nikitin, Yu. Ya. Spiridonov, V. G. Shestakov. Technical means and technological features of application of herbicides and arboricides on non-agricultural objects. – Moscow: RASKHN-GNU VNIIF, 2009. – 68 p.
7. Yu.M. Veretennikov, A.V. Ovsyankina, And I.Ya. Paremsky. The article "On the use of monodisperse dispersion

«О монодисперсном применении дисперсионных химических энергий».

8. Agricultural Spray Nozzles and Accessories. Catalog Lechler, 2012. – 65 p.

9. Механизация технологических процессов защиты растений. Сборник научных трудов. – М.: ВО «Агропромиздат», 1991.

10. TeeJet Technologies. A Spraying Systems Company. – Wheaton, 2007. – 192 p.

11. Витман Л.А., Кацнельсон Б.Д., Палеев И.И. Распыливание жидкостей форсунками. – М.: Государственное энергетическое издательство. – 1962. – 265 с.

of chemical energy".

8. Agricultural Spray Nozzles and Accessories. Catalog Lechler, 2012. – 65 p.

9. Mechanization of technological processes of plant protection. Collection of proceedings. – Moscow: VO "Agropromizdat", 1991.

10. TeeJet Technologies. A Spraying Systems Company. – Wheaton, 2007. – 192 p.

11. L. A. Wittman, B. D. Katsnelson, I. I. Paleev. Atomization of liquids by injectors. – М.: State energy publishing house. – 1962. – 265 p.

Сведения об авторах:

Самсонов Юрий Викторович – заместитель директора Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: y.v.samsonov@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Догода Петр Ануфриевич – доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры технических систем в агробизнесе Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: petr.dogoda@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Information about the authors:

Samsonov Yuri Viktorovich – Deputy Director of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: y.v.samsonov@mail.ru, Agrotechnological Academy of FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University» 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

Dogoda Peter Anufrievich – Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: petr.dogoda@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

УДК 631.33.024.2

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
КОМБИНИРОВАННОГО
СОШНИКА ДЛЯ ПОСЕВА
КОРМОВЫХ КУЛЬТУР**

Алдошин Н.В., доктор технических наук, профессор;

Российский государственный аграрный университет – МСХА им. К.А. Тимирязева;

Васильев А.С., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;

Голубев В.В., доктор технических наук, профессор;

Тверская государственная сельскохозяйственная академия.

**RESULTS OF LABORATORY
STUDIES OF THE COMBINED
COULTER FOR SOWING FORAGE
CROPS**

Aldoshin N.V., Doctor of Technical Sciences, Professor;

Russian state agrarian University – Timiryazev Moscow agricultural Academy;

Vasiliev A.S., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;

Golubev V.V., Doctor of Technical Sciences, Professor;

Tver State Agricultural Academy.

Проведены комплексные лабораторные эксперименты по изучению работоспособности разработанной и изготовленной конструкции комбинированного сошника (патент РФ 199176). Установлено, что наилучшая действенность работы сошника достигается при абсолютной влажности почвы, равной 20 %. Выявлено, что дисковый нож, клиновидная грудь стойки и режущие кромки рабочих поверхностей сошника по ходу движения в сумме обеспечивают достаточно эффективную работу нового рабочего органа на всех исследуемых фонах наблюдений, что допускает использование разработанного сошника в условиях слабо окультуренных почв кормовых угодий. Вместе с тем, увеличение содержания корневых остатков в почве до 4 г/дм³ способствует в среднем по вариантам повышению удельного со-

Comprehensive laboratory tests of the efficiency of the developed design of the combined coulter (patent RU 199176) were performed. As a result of research, it was found that the best efficiency of the Coulter is achieved when the absolute soil humidity is equal to 20%. It is revealed that the disk knife, the wedge-shaped chest of the rack and the cutting edges of the working surfaces along the course of movement in total provide a fairly efficient operation of the new working body on all the studied observation backgrounds, which allows the use of the developed Coulter in conditions of poorly cultivated soils of forage lands. At the same time, an increase in the content of root residues in the soil to 4 g/dm³ contributes to an average increase in resistivity by 5,7 %, ridges by 19.0 %, and up to 6 g/dm³ by 8,0 % and 25.0 %, respectively.

противления на 5,7 %, гребнистости на 19,0 %, до 6 г/дм³ соответственно – на 8,0% и 25,0 %.

Ключевые слова: комбинированный сошник, конструкция, разноуровневый полосной посев, корневые остатки, влажность почвы, удельное сопротивление, гребнистость.

Key words: combined coulter, construction, multi-level band seeding, root residues, soil moisture, resistivity, ridges.

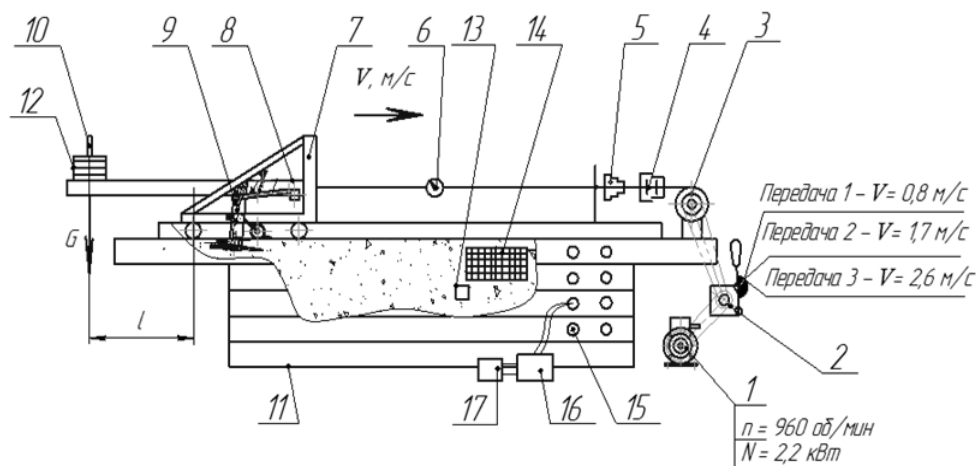
Введение. Посев является одной из важнейших технологических операций в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур, определяющих специфику и динамичность роста и развития растений в агрофитоценозах, что, в конечном счете, сказывается на их общей продуктивности [1, 2, 3]. При этом доказано, что качество посева в большинстве случаев зависит от применяемых для его реализации средств механизации, где значительная роль отводится сошникам, выступающим непосредственными «коннекторами» между посевным агрегатом и почвой, как основным объектам обработки [2 – 6]. Теория и практика разработки и эксплуатации посевных машин, как правило, ориентирована на осуществление равномерного по глубине размещения высеваемого материала в продольно-горизонтальной плоскости почвенного профиля [2, 5]. В то же время, если конструкция сошника и предусматривает одновременное послойное размещение семенного материала в почвенном профиле в виде нескольких полос, то она, в большинстве случаев, практически лишена необходимого для эффективного посева набора регулировок. Стоит отметить, что подавляющее большинство имеющихся конструкций сошников рассчитано на одновременное двухуровневое распределение семян и удобрений [2, 4, 6 – 10]. Вместе с тем, при возделывании кормовых культур, чтобы добиться необходимого качества продукции, зачастую в рамках одного агрофитоценоза размещают на одной площади несколько видов растений, обладающих разными требованиями к условиям выращивания. Наиболее распространенным решением данной задачи является посев заранее подготовленных смесей, в зависимости от свойств высеваемого материала, в одну бороздку [11, 12]. Однако, в данном случае, растения с разными морфолого-биологическими особенностями в процессе онтогенеза вынуждены постоянно конкурировать между собой за основные факторы роста и развития, также возможно проявление негативных аллелопатических взаимодействий, что в конечном счете приводит к недобору урожая и снижению его качества. Устранение отмеченной проблемы может быть достигнуто посредством разработки эффективных конструкций сошников, способных за один проход осуществлять одновременное регулируемое в горизонтальной и вертикальной плоскостях распределение высеваемого материала разных сельскохозяйственных культур [13]. Научные работы по обозначенной проблематике носят, как правило, единичный характер и не дают

комплексного решения, что требует проведения специальных теоретических и экспериментальных исследований.

Целью работы являлась разработка эффективной конструкции комбинированного сошника для одновременного двухуровневого посева разных кормовых культур, а также проведение его лабораторных исследований.

Материал и методы исследований. С целью оценки работоспособности разработанной конструкции комбинированного сошника [13] на почвенном канале кафедры технологических и транспортных машин и комплексов ФГБОУ ВО Тверская ГСХА (рисунок 1) были выполнены комплексные лабораторные исследования по изучению изменения гребнистости поверхности почвы, а также удельного сопротивления рабочего органа в зависимости от скорости движения, удельной вертикальной нагрузки на почву, угла отклонения стойки сошника, абсолютной влажности почвы и количества корневых остатков.

Рисунок 1. Схема лабораторной установки определения тягового сопротивления сошника и изменения свойств почвы



- 1 – электродвигатель; 2 – редуктор; 3, 5 – шкивы; 4 – муфта; 6 – динамометр;
 7 – рама; 8 – стойка крепления лапового сошника к раме; 9 – лаповый сошник для разноуровневого высева; 10 – упор для балласта; 11 – почвенный канал;
 12 – груз (балласт); 13 – секундомер; 14 – координатная (растровая) сетка;
 15 – отверстия для установки тензодатчика; 16 – усилитель сигнала;
 17 – осциллограф

Почвенный канал представляет собой жестко сваренный короб с возможностью замены почвы, различной по типу и механическому составу, имеющего размеры: длина 10 м; ширина 1,5 м; глубина 1 м. На поверхности короба закреплены направляющие, в которых перемещается приводная тележка, служащая для крепления сошниковых групп. Устройство для привода представляет собой электродвигатель с коробкой переменных передач, предназначенной для изменения режима работы исследуемого рабочего органа – комбинированного

сошника при различных технологических операциях и режимах работы – угле наклона стойки, скорости, удельной нагрузке на почву. Для изменения скорости используется редуктор 2, удельной нагрузки – балласты 12.

По классификации почва почвенного канала была дерново-подзолистая легкосуглинистая по гранулометрическому составу. Насыщение почвы канала водой и заранее отсеянными из почвенных образцов корневыми остатками для исследования эффективности функционирования сошника проводилось искусственно до заданных уровней: абсолютная влажность – 16, 18, 20, 22 %, количество корневых остатков – 2, 4 и 6 г/дм³.

Определение показателей функционирования сошника в опыте осуществлялось в соответствии с требованиями ГОСТ 31345-2017 [14], абсолютная влажность и количество растительных остатков – по ГОСТ 20915-2011 [15].

Результаты и обсуждение. В рамках достижения поставленной цели, был разработан и изготовлен новый комбинированный сошник (рисунок 2), представляющий собой стойку с клиновидной грудью и неподвижно установленной в нижней ее части плоскорежущей лапой, размещенный на стойке с возможностью перемещения в вертикальной плоскости свободно вращающийся плоский диск, почвонаправители и загортачи, стойка выполнена пустотелой, в полости которой по обе стороны от продольно-вертикальной ее плоскости симметрично с возможностью перемещения в вертикальной плоскости с последующей их фиксацией установлены одинаковые пластины, каждая из которых выполнена в форме клюшки, нижняя часть которой – хвостовик, сопряжен с верхней частью пластины под углом 90°, выполнен с режущей кромкой по ходу движения сошника с углом заточки 15° и расположен под плоскорежущей лапой, а между пластинами и боковыми стенками стойки установлены семяпроводы, каждый из которых представляет собой гибкий шланг, нижний конец которого отогнут в сторону, противоположную направлению движения сошника, и расположен под плоскорежущей лапой за хвостовиком пластины, при этом выходные отверстия семяпроводов расположены и зафиксированы в плоскости, параллельной поперечно-вертикальной плоскости сошника с возможностью регулирования расстояния между ними. Кроме того, на боковых кромках крыльев плоскорежущей лапы по всей их длине симметрично относительно продольно-вертикальной плоскости сошника установлены почвонаправители, каждый из которых выполнен в виде криволинейной пластины, в поперечном сечении представляющей кривую с переменным углом к верхней плоскости плоскорежущей лапы, а в точке пересечения боковой и задней кромок каждого крыла плоскорежущей лапы шарнирно установлены с возможностью изменения угла к направлению движения сошника загортачи в виде вертикальных пластин.

Конструкция комбинированного сошника для полосного посева сельскохозяйственных культур позволяет формировать многокомпонентные кормовые агроценозы за счет одновременного посева разных сельскохозяйственных культур в параллельные рядки на определенную агротехническими требова-

ниями глубину и ширину междурядий, результатом чего является увеличение урожайности кормовых культур и повышение качества корма.

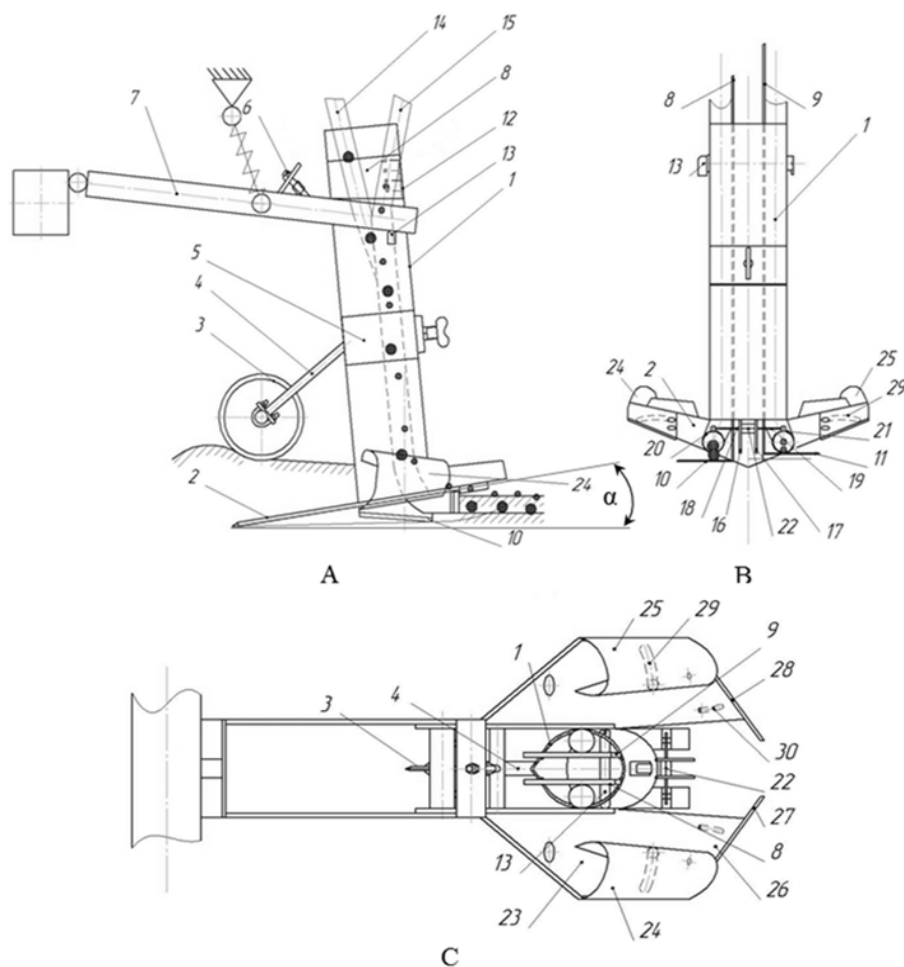


Рисунок 2. Комбинированный сошник для полосного посева

(вид: А – сбоку, В – сзади, С – сверху): 1 – стойка; 2 – плоскорежущая лапа; 3 – дисковый нож; 4 – поводок дискового ножа; 5 – крепление дискового ножа; 6 – устройство регулировки расположения стойки; 7 – поводок сошника; 8, 9 – пластины; 10, 11 – хвостовики пластин; 12 – шкала заглубления пластин; 13 – фиксатор стоек пластин; 14, 15 – семяпроводы; 16, 17 – пластины-распорки; 18, 19 – шпильки; 20, 21 – хомуты; 22 – устройство регулирования ширины междурядья; 23 – боковая грань лапы; 24, 25 – почвонаправители; 26 – задняя грань лапы; 27, 28 – загортачи; 29 – устройство регулирования почвонаправителя; 30 – устройство регулирования загортача

Комбинированный сошник работает следующим образом. При движении приводной тележки (посевного агрегата) плоский диск 3 разрезает пласт почвы

и растительные остатки в вертикальной плоскости, снижая тем самым нагрузку и почвенное сопротивление на стойку 1, которая окончательно разрезает почву, протаскивая в ней сошник. Плоскорежущей лапой 2 с углом заточки $3...5^\circ$ и углом крошения α , обеспечивающим рыхление почвы без перемешивания, выполняется подрезание слоя почвы без сдвига в стороны и не нарушая его структуру. Далее происходит протаскивание подрезанного слоя почвы по поверхности плоскорежущей лапы 2. Одновременно из разных бункеров по семяпроводам 14 и 15 подается семенной материал под образовавшееся пространство между плоскорежущей лапой 2 и дном борозд, образованных хвостовиками 10 и 11 пластин 8 и 9. Благодаря тому, что нижняя часть пластин 8 и 9 сопряжена с верхней под углом 90° , образуются бороздки с одинаковой глубиной по всей их ширине. Выполнение нижней части пластины - хвостовика 10 и 11 с режущей кромкой по ходу движения сошника с углом заточки рабочей кромки 15° , что не превышает угол трения почвы о сталь, хвостовик 10 и 11 легко входит в почву, образуя бороздки для посева семян. Семена укладываются на дно борозд, в это же время ненарушенный слой почвы по ходу подрезанного поверхностного слоя окончательно разрезается стойкой 1 сошника и стремится сползти с крыльев плоскорежущей лапы 2 в сторону, чему препятствуют почвоулучшители 24 и 25, благодаря которым почва сходит с крыльев плоскорежущей лапы 2 постепенно. Вертикальные пластины (загортачи) 27 и 28, установленные шарнирно в месте сопряжения боковой 23 и задней граней 26 крыльев плоскорежущей лапы 2 под заданным углом к направлению движения сошника, осуществляют заделывание семян высеваемых культур. Таким образом, разработанный сошник позволяет осуществлять одновременный разноуровневый по глубине полосный посев различных сельскохозяйственных культур с учетом морфолого-биологических особенностей высеваемых семян и выполнением заданных агротехнических требований.

Следующим этапом научной работы стали лабораторные исследования по изучению эффективности функционирования изготовленного опытного образца сошника в почвенном канале в условиях разных уровней влажности почвы (таблица 1). Так, моделирование режимов работы сошника выявило преимущество его использования при абсолютной влажности почвы равной 20 %. В данных условиях почва достигает оптимальных кондиций, определяющих эффективность процесса взаимодействия сошника с почвой, т.е. почвенные частицы и агрегаты при указанной влажности характеризуются такой липкостью, что удельное сопротивление рабочим органам в процессе скольжения характеризуется минимальными значениями при одновременном достижении почвой состояния физической спелости, определяемой способностью распасться под давлением на оструктуренные агрегаты, уменьшая тем самым гребнистость поверхности поля после прохода машины. Снижение абсолютной влажности почвы, равно как и ее увеличение, способствует росту удельного сопротивления и гребнистости.

Таблица 1. Показатели функционирования сошника при изменении режима работы и абсолютной влажности почвы

Скорость движения, м/с (км/ч)	Нагрузка на сошник, кг	Угол отклонения стойки, град.	Влажность почвы, %							
			16		18		20		22	
			Удельное сопротивление, Н	Гребнистость, мм	Удельное сопротивление, Н	Гребнистость, мм	Удельное сопротивление, Н	Гребнистость, мм	Удельное сопротивление, Н	Гребнистость, мм
0,8 (2,88)	0,6	90	79,0	10	74,3	9	70,3	8	75,4	9
		86	82,1	11	78,0	10	73,1	8	77,3	10
		82	84,3	11	82,4	11	76,2	10	80,2	12
	1,2	90	91,2	12	85,3	10	80,9	9	84,5	10
		86	93,0	13	87,9	12	82,2	10	87,7	11
		82	95,7	14	90,2	12	84,0	11	90,2	12
	1,8	90	98,9	12	92,1	10	85,2	10	90,0	11
		86	101,4	14	95,3	11	88,0	10	93,8	12
		82	103,8	15	98,2	13	90,8	11	96,6	12
1,7 (6,12)	0,6	90	88,0	7	83,8	5	75,7	5	80,1	7
		86	91,3	8	86,0	6	78,6	6	82,4	7
		82	93,7	9	88,6	7	80,7	8	85,1	9
	1,2	90	97,6	7	91,2	6	83,9	6	86,6	7
		86	99,5	9	93,7	7	85,6	6	89,2	8
		82	102,4	10	96,5	7	88,2	7	92,3	8
	1,8	90	104,9	8	98,0	7	90,1	6	94,4	7
		86	106,8	9	101,3	9	92,9	7	96,8	7
		82	110,1	10	105,1	9	96,0	8	100,3	9
2,6 (9,36)	0,6	90	101,6	8	93,5	7	80,4	6	84,6	8
		86	105,0	9	97,8	8	83,1	7	86,4	8
		82	109,4	11	100,3	9	86,7	9	91,1	10
	1,2	90	113,0	10	104,9	8	89,3	8	94,4	9
		86	118,1	11	106,1	9	91,4	8	96,0	9
		82	121,5	12	108,2	10	92,9	9	96,6	11
	1,8	90	124,1	10	109,5	9	94,2	8	98,7	9
		86	127,8	12	113,4	10	96,2	9	100,0	10
		82	131,2	12	117,6	11	99,0	9	105,2	10

Таблица 2. Показатели функционирования сошника при изменении режима работы и степени насыщения почвы корневыми остатками

Скорость движения, м/с (км/ч)	Нагрузка на сошник, кг	Угол отклонения стойки, град.	Количество корневых остатков, г/дм ³					
			2		4		6	
			Удельное сопротивление, Н	Гребнистость, мм	Удельное сопротивление, Н	Гребнистость, мм	Удельное сопротивление, Н	Гребнистость, мм
0,8 (2,88)	0,6	90	81,4	10	85,9	12	88,1	13
		86	83,7	12	88,2	13	90,8	14
		82	86,0	12	90,1	13	93,0	14
	1,2	90	92,8	11	97,2	14	100,4	15
		86	94,3	13	99,9	14	102,3	15
		82	96,6	13	101,1	15	103,8	15
	1,8	90	96,8	11	102,1	14	105,6	15
		86	98,9	13	105,4	14	107,7	15
		82	100,5	14	108,6	15	110,2	16
1,7 (6,12)	0,6	90	92,4	6	97,5	7	100,7	7
		86	95,3	7	100,8	7	103,0	8
		82	97,0	7	103,2	8	105,2	9
	1,2	90	100,2	7	105,4	8	108,0	8
		86	103,4	8	108,5	9	110,8	9
		82	106,2	8	110,8	9	112,4	9
	1,8	90	113,2	7	120,5	8	123,3	9
		86	116,7	8	123,4	9	126,2	9
		82	119,1	9	125,3	9	128,7	10
2,6 (9,36)	0,6	90	112,3	7	119,7	10	122,3	10
		86	115,2	7	122,8	10	124,5	10
		82	117,6	8	125,6	11	126,1	11
	1,2	90	122,3	9	129,6	12	132,8	12
		86	125,8	10	133,2	12	134,4	13
		82	127,4	10	136,0	13	137,1	13
	1,8	90	134,7	9	141,1	12	145,2	13
		86	137,3	10	144,3	13	147,3	14
		82	140,0	11	146,6	13	149,1	14

Отдельно было выполнено исследование эффективности использования комбинированного сошника на почвах с разной степенью насыщения корневыми остатками (таблица 2). Установлено, что дисковый нож, клиновидная грудь стойки и режущие кромки рабочих поверхностей в сумме обеспечивают достаточно эффективную работу нового рабочего органа на всех исследуемых фонах наблюдений, что допускает использование разработанного сошника в условиях слабо окультуренных почв кормовых угодий. Вместе с тем, увеличение содержания корневых остатков в почве до 4 г/дм³ способствует в среднем по вариантам повышению удельного сопротивления на 5,7 %, гребнистости на 19,0 %, до 6 г/дм³ соответственно – на 8,0 % и 25,0 %.

Наименьшая гребнистость поверхности почвы в процессе работы сошника достигается при всех диапазонах влажности и уровнях содержания корневых остатков при скорости движения равной 6,12 км/ч.

Выводы. Результатом научной работы явилось создание работоспособной конструкции комбинированного сошника для одновременного двухполосного посева различных сельскохозяйственных культур, что особенно актуально при создании высокопродуктивных кормовых агрофитоценозов. В конструкцию сошника заложен значительный набор регулировок, позволяющий задавать в процессе рабочей настройки автономную для каждой полосы глубину посева с одновременной установкой необходимой ширины междурядий. Снабжение сошника дисковым ножом, клиновидной стойкой и режущими кромками рабочих поверхностей по ходу движения обеспечивает суммарно высокую работоспособность рабочего органа в условиях высокой насыщенности почвы корневыми остатками, обеспечивая его эксплуатационную эффективность на слабо окультуренных сельскохозяйственных угодьях. Экспериментально установлено, что наилучшая действенность работы сошника достигается при абсолютной влажности почвы, равной 20%, что обеспечивает близкую к оптимальным значениям гребнистость поверхности участка после прохода сеялки, а также снижение энергоемкости посева за счет уменьшения удельного сопротивления рабочего органа.

На следующих этапах работы предполагается провести исследования по изучению процесса распределения семенного материала, а также выполнить полевые опыты.

Список использованных источников:

1. Земледелие: учебник / Под ред. Г.И. Баздырева. – М.: КолосС, 2008. – 607 с.
2. Тимофеев С.В. Повышение равномерности внутрипочвенного распределения семян зерновых культур за счет совершенствования конструкции сошника стерневой сеялки:

References:

1. Agriculture: textbook / Edited by G. I. Bazdyrev. – Moscow: Koloss, 2008. – 607 p.
2. Timofeev S. V. Increasing the uniformity of intra-soil distribution of grain seeds by improving the design of the Coulter of a stubble seeder: dis. ... Cand. tech. science: 05.20.01. – Saratov:

- дис.... канд. техн. наук: 05.20.01. – Саратов: Саратовский ГАУ имени Н.И. Вавилова, 2018. – 182 с.
3. Голубев В.В. Совершенствование технологических процессов и технических средств для предпосевной обработки почвы, посева льна и других мелкосеменных культур: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. – Москва: РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2017. – 421 с.
4. Черемисинов Д.А. Обоснование конструктивно-технологической схемы почвообрабатывающе-посевого агрегата и основных параметров его сошниковой группы: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. – Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока имени Н.В. Рудницкого, 2013. – 24 с.
5. Кленин Н.И., Киселев С.Н., Левшин А.Г. Сельскохозяйственные машины: учебник. – М.: КолосС, 2008. – 815 с.
6. Гольпяпин В.Я. Инновационные технологии прямого посева зерновых культур: научный аналитический обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. – 80 с.
7. Ларюшин Н.П., Кувайцев В.Н., Бучма А.В., Шмаев В.В. Теоретические исследования комбинированного сошника для одновременного разноуровневого внесения удобрений и посева семян // Нива Поволжья. – 2014. – №1. – С. 82 – 88.
8. Ларюшин Н.П., Шумаев В.В., Бучма А.В. Технология и средство механизации посева сельскохозяйственных культур комбинированным сошников разноуровневого внесения удобрений и распределения семян. Теория, конструкция, расчет: монография. – Саратов state University named after N. I. Vavilov, 2018. – 182 p.
3. Golubev V. V. Improvement of technological processes and technical means for pre-sowing tillage, sowing flax and other small-seed crops: dis. ... d-RA tekhn. Sciences: 05.20.01. – Moscow: RGAU-MSHA named after K. A. Timiryazev, 2017. – 421 p.
4. Cheremisinov D. A. Substantiation of the design and technological scheme of the tillage-sowing unit and the main parameters of its Coulter group: author's abstract. ... Cand. tech. Sciences: 05.20.01. – Kirov: Zonal research Institute of the North-East named after N. V. Rudnitsky, 2013. – 24 p.
5. Klenin N. I., Kiselev S. N., Levshin A. G. agricultural machines: textbook. – M.: Koloss, 2008. – 815 p.
6. Golyapin V. Ya. Innovative technologies of direct sowing of grain crops: scientific analytical review. – M.: FGBNU "Rosinformagrotech", 2019. – 80 p.
7. Laryushin N.P., Kuvaytsev V. N., Buchma A.V., Shmaev V.V. Theoretical studies of combined Coulter for simultaneous multi-level fertilization and seed Sowing // Niva Povolzhya. – 2014. – No. 1. – P. 82 – 88.
8. Laryushin N.P., Shumaev V.V., Buchma A.V. technology and means of mechanization of crop sowing by combined coulters of multi-level fertilization and seed distribution. Theory, construction, calculation: monograph. – Penza: RIO pgskha, 2015. – 181 p.
9. Kapov S. N., Aduov M. A., isenov K. G., Nukusheva S. A., Volodya K. modernization of the Coulter design // Bulletin of the Stavropol agro – industrial

- Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 181 с.
9. Капов С.Н., Адуов М.А., Исе-нов К.Г., Нукушева С.А., Володя К. Модернизация конструкции сошника // Вестник АПК Ставрополя. – 2017. – №2. – С. 6-9.
10. Курдюмов В.И., Мударисов С.Г., Татаров Г.Л. Оптимизация конструктивных параметров и режимов работы сошника для разноуровневого высева семян и удобрений // Вестник БГАУ. – 2016. - №1. – С. 79 – 84.
11. Yazgi A., Aykas E., Dumanoglu Z., Topcu G.D. Seed Mixture Flowing Characteristics of a Seed Drill for Mixed Seeding // Applied Engineering in Agriculture. – 2017. – N33(1). – P. 63-71. (doi: 10.13031/aea.11606)
12. Федоренко В.Ф. [и др.]. Инновационные технологии заготовки высококачественных кормов: научный аналитический обзор. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2017. – 196 с.
13. Комбинированный сошник для полосного посева сельскохозяйственных культур: Патент RU199176 U1 / А.С. Васильев, Н.В. Алдошин, В.В. Голубев; заяв. 03.04.2020, опубл. 19.08.2020. Бюл. № 23.
14. ГОСТ 31345-2017 Техника сельскохозяйственная. Сеялки тракторные. Методы испытаний. – М.: Стандартиформ, 2018. – 54 с.
15. ГОСТ 20915-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний. – М.: Стандартиформ, 2013. – 27 с.
- complex, 2017, no. 2, pp. 6-9.
10. Kurdyumov V. I., Mudarisov S. G., G. L. Tatarov Optimization of structural parameters and operation modes of the multilevel opener for seeding and fertilizer // Vestnik BSAU. – 2016. - No. 1. – P. 79 – 84.
11. Yazgi A., Aykas E., Z. Dumanoglu, Topcu G. D. Seed Mixture Flowing Characteristics of a Seed Drill for Mixed Seeding // Applied Engineering in Agriculture. – 2017. – N33(1). – P. 63-71. (doi: 10.13031/aea.11606)
12. Fedorenko V. F. [and others]. Innovative technology procurement of high-quality feed: scientific analytical review. – М.: FSBSI "of Rosinformagrotech", 2017. – 196 p.
13. Combined Coulter for strip sowing of agricultural crops: patent RU199176 U1 / A. S. Vasiliev, N. V. Aldoshin, V. V. Golubev; application. 03.04.2020, publ. 19.08.2020. Byul. no. 23.
14. GOST 31345-2017 Agricultural machinery. Tractor seeders. Test methods. – Moscow: STANDARTINFORM, 2018. – 54 p.
15. GOST 20915-2011 Testing of agricultural machinery. Methods for determining test conditions. – М.: STANDARTINFORM, 2013. – 27 p.

Сведения об авторах:

Алдошин Николай Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой сельскохозяйственных машин Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, E-mail: naldoshin@yandex.ru, 127550, Российская Федерация, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева.

Васильев Александр Сергеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Тверской государственной сельскохозяйственной академии, E-mail: vasilevtgsha@mail.ru, 170904, Российская Федерация, г. Тверь, ул. Маршала Василевского, 7, Тверская государственная сельскохозяйственная академия.

Голубев Вячеслав Викторович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологических и транспортных машин и комплексов Тверской государственной сельскохозяйственной академии, E-mail: slavasddg@mail.ru, 170904, Российская Федерация, г. Тверь, ул. Маршала Василевского, 7, Тверская государственная сельскохозяйственная академия

Information about the authors:

Aldoshin Nikolay Vasilyevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, head of the Department of agricultural machinery of the Russian state agrarian University – Timiryazev Moscow agricultural Academy, E-mail: naldoshin@yandex.ru, 127550, Russian Federation, Moscow, 49 Timiryazevskaya str., Russian state agrarian University – Moscow state agricultural Academy named after K.A. Timiryazev.

Vasiliev Alexander Sergeevich – Candidate of Agricultural Sciences, associate Professor of the Tver state agricultural Academy, E-mail: vasilevtgsha@mail.ru, 170904, Russian Federation, Tver, 7 Marshal Vasilevsky street, Tver state agricultural Academy.

Golubev Vyacheslav Viktorovich – doctor of technical Sciences, Professor, head of the Department of technological and transport machines and complexes of the Tver state agricultural Academy, E-mail: slavasddg@mail.ru, 170904, Russian Federation, Tver, 7 Marshal Vasilevsky street, Tver state agricultural Academy.

УДК 631.515

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ
ВИБРОМАГНИТНОГО
ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО
РАБОЧЕГО ОРГАНА****JUSTIFICATION OF THE
PARAMETERS OF THE
VIBROMAGNETIC
TILLAGE WORKING BODY**

Бабицкий Л. Ф., доктор технических наук, профессор;

Куклин В. А., кандидат технических наук, доцент;

Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Babitsky L. F., Doctor of Technical Sciences, Professor;

Kuklin V. A., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»

В статье представлены теоретические предпосылки комплексного виброимпульсного воздействия рабочих органов на почву, предложена конструкция и обоснованы основные параметры вибромагнитного почвообрабатывающего рабочего органа. Получены теоретические зависимости для обоснования частоты срабатывания виброударных механизмов в соответствии с фазами деформации и разрушения почвы и создания волнообразного движения аналогично движению грудных плавников электрического ската Манта (Mantabirostris).

Ключевые слова: магнитная обработка почвы, виброударный механизм, скалывание почвы, тяговое сопротивление, качество крошения почвы.

The article presents the theoretical prerequisites for the complex vibration-impulse impact of the working bodies on the soil, the design is proposed and the main parameters of the vibromagnetic tillage working body are substantiated. Theoretical dependences were obtained to substantiate the frequency of operation of vibroimpact in accordance with the phases of deformation and destruction of the soil and the creation of wavelike motion similar to the movement of the pectoral fins of the electric stingray Manta (Manta birostris).

Key words: magnetic tillage, vibro-impact mechanism, soil chipping, traction resistance, soil crumbling quality.

Введение. В настоящее время, в связи с удорожанием энергоресурсов, остро стоит вопрос сокращения энергоемкости обработки почвы при соблюдении агротехнологических требований. В общем случае, снижения энергоемкости крошения почвы можно достичь за счет введения периодического импульсного ударного воздействия в конце фазы сжатия, что приведет к более раннему наступлению фазы скалывания и повышению степени крошения почвы [1].

Известные конструкции активных почвообрабатывающих органов [2,3], как правило, имеют одну единую для всей системы частоту импульсного механического воздействия на почву в конкретный момент времени, что не дает возможности учесть и реализовать особенности протекающих деформационных процессов в различных зонах контакта рабочего органа с почвой. В то же время установлено, что совместное воздействие механических и магнитных полей в процессе обработки при определенных условиях и режимах воздействия оказывает заметный стимулирующий эффект на почву, проявляющийся в повышении ее плодородия [4]. Анализ кинематики движения различных биологических прототипов, обитающих в почвенной и водной среде, показал, что в живой природе широко встречается периодическое волнообразное движение конечностей, существенно снижающее затраты на перемещение, например, скат Манта (*Mantabirostris*) перемещается за счет волнообразного движения грудных плавников и всего тела [5]. В связи с вышеизложенным, актуальным направлением совершенствования конструкций почвообрабатывающих рабочих органов является использование принципа комплексного виброимпульсного воздействия, сочетающего в себе виброударное механическое и импульсное магнитное воздействие на различные зоны контакта рабочего органа с почвой, с учетом особенностей протекающих в них деформационных процессов.

Материал и методы исследований. Предлагаемый вибромагнитный плоскорежущий рабочий орган (рис. 1а) включает в себя стойку 1, башмак 2, лемех 3, электромагнитные виброударные механизмы 4, размещенные по всей ширине захвата лемеха 3.

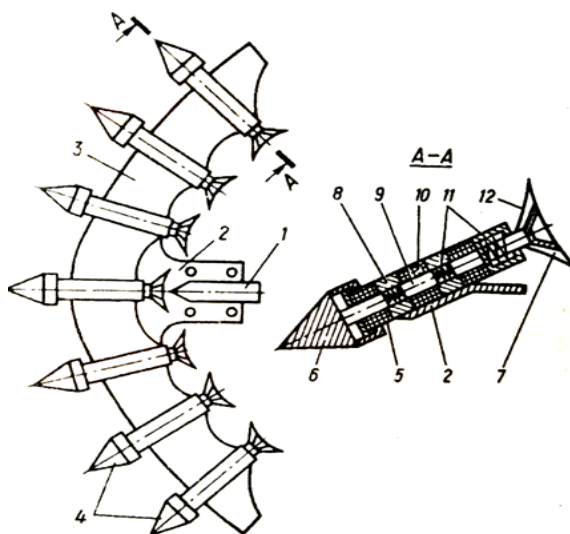


Рисунок 1. Вибромагнитный почвообрабатывающий рабочий орган

Электромагнитный виброударный механизм (рис. 1б) 4 состоит из цилиндрического корпуса 5, в задней части которого расположен рыхлительный эле-

мент 7, имеющий форму усеченного конуса с ребрами 12, а в передней части размещен подвижный конический зуб *b*, активно внедряющийся в необработанный пласт почвы и вызывающий ее скалывание. Внутри корпуса 5 размещены подвижные цилиндрические сердечники 9 с обмоткой 10 и полушаровыми выступами на торцах, разделенные пружинами 11 и выполняющие функцию ударных звеньев. Срабатывание виброударного механизма происходит за счет импульсной подачи разнополярного напряжения на обмотки 10 с целью создания на торцах соседних цилиндрических сердечников одноименной полярности магнитного поля и возникновения сил отталкивания.

Полярность магнитного поля соседних зубьев *b* в текущий момент времени задается противоположной с целью интенсификации магнитного воздействия на почву в межзубовом пространстве в процессе обработки.

Частота ударного воздействия виброударных механизмов 4 рабочего органа устанавливается в зависимости от расчетного значения частоты скалывания почвы, что обеспечивает наиболее эффективное расходование энергии за счет реализации фаз деформации и скалывания почвы.

Срабатывание последовательно расположенных от вершины к концам крыльев лапы ударных механизмов происходит с запаздыванием, с целью создания волнообразного движения, аналогично движению грудных плавников электрического ската [5]. Управление работой системы виброударных механизмов осуществляется при помощи микроконтроллера.

Рассмотрим принципиальную схему электромагнитного виброударного механизма (рис. 2). При колебаниях якоря с амплитудой S будет происходить изменение индуктивности обмотки L .

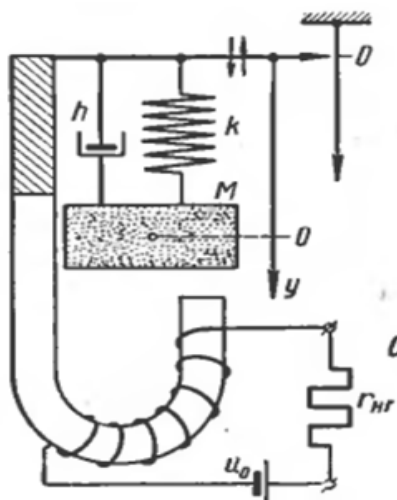


Рисунок 2. Принципиальная схема электромагнитного виброударного механизма

Индуктивность определяется по известной формуле [6]:

$$L = \frac{125n^2}{\frac{l_{жс}}{\frac{\mu}{\mu_0} a_{жс}} + \frac{y_0 - y}{a_г}} 10^{-8} \approx L_0 + Cy \quad (1)$$

где L – индивидуальность обмотки;

n – число витков;

$l_{жс}$ – длина участка магнитной цепи в железе, м;

$a_{жс}$ и $a_г$ – площади поперечного сечения железа и воздушного зазора, м²;

$\frac{\mu}{\mu_0}$ – относительная магнитная проницаемость цилиндрического сердечника.

Таким образом,

$$\Delta L = Cy \quad (2)$$

где

$$C = \frac{L_0}{\frac{l_{жс} a_г}{\frac{\mu}{\mu_0} a_{жс}} + y_0} \quad (3)$$

Для конкретной системы C является величиной постоянной. Выражение для силы взаимодействия между сердечником и якорем F_n запишем как:

$$F_n = \frac{1}{2} (i_0 + i) \frac{d\phi}{dy} = \frac{1}{2} (i_0 + i)^2 \frac{dL}{dy} \approx i_0 \left(\frac{1}{2} i_0 + i \right) C \quad (4)$$

где i – текущее значение силы тока;

i_0 – начальное значение силы тока;

$d\phi$ – изменение магнитного потока;

y – текущая координата.

Для механической части системы можно записать уравнение в соответствии со вторым законом Ньютона:

$$M \frac{d^2(y + s)}{dt^2} = -ky - h \frac{dy}{dt} + F_n \quad (5)$$

где S – величина смещения;

k, h – коэффициенты уравнения;

m – масса подвижной части системы;

t – время.

Для электрической части системы запишем уравнение в соответствии со вторым законом Кирхгофа:

$$\frac{d}{dt} [L(i_0 + i)] + r(i_0 + i) = u_0 \quad (6)$$

где $r = r_{кт} + r_{пр} + r_{нг}$ представляет собой сумму сопротивлений обмотки катушки, проводки и нагрузки;

u_0 – напряжение источника питания.

После подстановки приближённых значений F_n и L получается окончательно система уравнений, описывающая электромагнитный виброударный механизм:

$$M \frac{dv}{dt} + hv + k \int v dt - \mu_m i = -M \frac{d}{dt} V(t) \quad (7)$$

$$L \frac{di}{dt} + ri + \mu_m v = 0 \quad (8)$$

v – текущее значение скорости.

Причём здесь произведение величин y_i , считается пренебрежимо малым, кроме того произведено сокращение постоянных членов, учтено, что $i_0 r = u_0$ и обозначено:

$$\mu_m = i_0 c \quad (9)$$

Результаты и обсуждение. Частота колебаний тягового сопротивления зависит от рабочей скорости почвообрабатывающего орудия и длины участка скалывания почвы [7]:

$$\omega = \frac{2\pi V_p}{l_{СК}} \quad (10)$$

где V_p – скорость перемещения рабочего органа в почве.

Наибольшая эффективность виброударного воздействия будет наблюдаться при совпадении частоты срабатывания виброударных механизмов $\omega_{виб. уд.}$ и частоты колебаний тягового сопротивления. С учетом известной зависимости для длины участка скалывания почвы $l_{СК} = h \cdot tg(\alpha + \varphi)$ получим:

$$\omega_{виб. уд.} = \frac{2\pi V_p}{h \cdot tg(\alpha + \varphi)} \quad (11)$$

где h – глубина обработки;

α – угол вхождения лапы в почву;

φ – угол внешнего трения почвы о сталь.

Интервал времени $\Delta t_{виб. уд.}$ между срабатыванием последовательно расположенных по направлению движения виброударных механизмов составит:

$$\Delta t_{виб. уд.} = \frac{\Delta l_{виб. уд.} \cdot \cos\left(\frac{\beta}{2}\right)}{V_p} \quad (12)$$

где $\Delta l_{виб. уд.}$ – расстояние между виброударными механизмами на лемехе;

β – угол раствора плоскорежущей лапы.

Энергозатраты на обработку почвы магнитным полем пропорциональны квадрату величины магнитной индукции B [4]:

$$E_{\text{Э.М.}} = \frac{B^2}{2\mu\mu_0} V \quad (13)$$

где B – средняя величина магнитной индукции между зубьями соседних виброударных магнитных механизмов;

V – объем межзубового пространства;

μ – магнитная проницаемость;

μ_0 – магнитная постоянная.

Выводы. Разработаны теоретические предпосылки комплексного виброимпульсного воздействия рабочих органов на почву. Предложена конструкция плоскорежущего почвообрабатывающего рабочего органа с размещенными на носке и по всей ширине захвата лемехов виброударными механизмами, которая приводит к снижению энергоемкости обработки почвы и повышению степени ее крошения. Использование принципа последовательного срабатывания вибромагнитных механизмов, от носка к концам крыльев лап, обеспечивает создание волнообразного движения аналогично движению грудных плавников электрического ската Манта (*Mantabirostris*). Полученные теоретические зависимости позволили обосновать рациональную частоту срабатывания вибромагнитных механизмов в соответствии с фазами деформации и разрушения почвы.

Список использованных источников:

1. Бабицкий Л.Ф. Біонічні напрями розробки ґрунтообробних машин – К.: Урожай, 1998. – 164 с.

2. Николаев Л.А., Союнов А.С. Применение вибрации в обработке почвы // Электронный научно-методический журнал Омского ГАУ. – 2017. – № 1 (8). – С. 36-41.

3. Щукин С.Г., Нагайка М.А., Головатюк В.А. Исследование процесса обработки почвы вибрационным рыхлителем // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2015. – № 3 (244). – С. 83-89.

4. Бабицкий Л.Ф., Куклин В.А., Белов А.В. Анализ влияния режимов магнитной обработки почвенного ложа с семенами на всхожесть пшеницы // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020. – № 21 (184). – С. 138-143.

References:

1. Babitsky L. F. Bionic directions of development of tillage machines. – Kiev: Harvest, 1998. – 164 p.

2. Nikolaev L. A., Soyunov A. S. Application of vibration in tillage // Electronic scientific-methodical journal of Omsk State Agrarian University. – 2017. – No. 1 (8). – P. 36-41.

3. Shchukin S. G., Nagayka M. A., Golovatyuk V. A. Investigation of the process of soil cultivation with a vibration cultivator // Siberian Bulletin of Agricultural Science. – 2015. – No. 3 (244). – P. 83-89.

4. Babitsky L. F., Kuklin V. A., Belov A. V. Analysis of the influence of the modes of magnetic treatment of the soil bed with seeds on the germination of wheat // Bulletin of agricultural science of Tavrida. – 2020. – No. 21 (184). – P. 138-143.

5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Манта>

6. А.с. №1641207 СССР, МПК: А01В 33/10. Вибромагнитный плоско-режущий рабочий орган / Л.Ф. Бабицкий. – №4480231/15; заявл. 09.09.88; опубл. 15.04.91, Бюл. № 14. – 6 с.

7. Иорш Ю.И. Виброметрия. – М.: Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, 1963. – 756 с.

8. Горячкин В.П. Собрание сочинений. Том третий. Изд. 2-е. – М.: Колос, 1968. – 384 с.

5. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Манта>

6. A.s. № 1641207 USSR, IPC: A01B 33/10. Vibro-magnetic flat-cutting working body / L.F. Babitsky. – № 4480231/15; declared 09/09/88; publ. 04/15/91, Bul. № 14. – 6 p.

7. Iorish Yu. I. Vibrometry. – М.: State Scientific and Technical Publishing House of Engineering Literature, 1963. – 756 p.

8. Goryachkin V. P. Collected Works. Volume three. Ed. 2nd. – М.: Kolos, 1968. – 384 p.

Сведения об авторах:

Бабицкий Леонид Фёдорович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механизации и технического сервиса в АПК Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: kaf-meh@rambler.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского»;

Куклин Владимир Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры механизации и технического сервиса в АПК Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского», e-mail: kuklinvladimiralekseevich@rambler.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Information about the authors:

Babitsky Leonid Fedorovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, head of Department of mechanization and technical service in AIC of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: kaf-meh@rambler.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

Kuklin Vladimir Alekseevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor at the Department of mechanization and technical service in AIC of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: kaf-meh@rambler.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

УДК 664.8.039.51:53.09

**ИМИТАЦИОННАЯ
ПОЛУЭМПИРИЧЕСКАЯ
МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА СУШКИ
РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ
КОМБИНИРОВАННОМ
КОНВЕКТИВНО-ЛУЧИСТОМ
ТЕПЛОПОДВОДЕ В УСЛОВИЯХ
АТМОСФЕРНОГО И
ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ**

**SIMULATION SEMI-EMPIRICAL
MODEL OF THE RAW
MATERIALS DRYING USING
COMBINED CONVECTIVE
RADIANT HEAT SUPPLY UNDER
CONDITIONS OF ATMOSPHERIC
AND REDUCED PRESSURE**

Завалий А. А., доктор технических наук, доцент;

Лаго Л. А., ассистент;

Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

Рыбалко А. С., младший научный сотрудник;

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма».

Zavaliy A. A., Doctor of technical Sciences, Associate Professor;

Lago L. A., assistant;

Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»;

Rybalco A. S., junior researcher;

FSBSI «Research Institute of Agriculture of Crimea».

Разработана имитационная модель процесса сушки высоковлажного сырья при комбинированном конвективно-лучистом теплоподводе при различных давлениях окружающей среды. Модель позволяет реализовать импульсное воздействие тепловым излучением на сырье, что обеспечивает поддержание заданной температуры сырья в ходе сушки.

Ключевые слова: имитационная модель, кинетика сушки, инфракрасная сушка, конвективная сушка, пониженное давление, растительное сырьё.

A simulation model of the drying process of high-humidity raw materials with a combined convective-radiant heat supply at various ambient pressures has been developed. The model allows you to implement a pulsed effect of thermal radiation on raw materials, which ensures that the set temperature of raw materials is maintained during drying.

Keywords: simulation model, drying kinetics, infrared drying, convective drying, reduced pressure, plant resistance.

Введение. При разработке технологического оборудования для послеуборочной обработки и переработки сельскохозяйственного сырья, в частности устройств сушки, широко используют математические модели, позволяющие

анализировать влияние различных факторов на показатели эффективности работы разрабатываемого устройства [1,2]. Результаты такого расчётного анализа позволяют определить диапазоны конструктивных параметров и технологических режимов, обеспечивающих ожидаемые показатели эффективности работы создаваемого оборудования.

Одним из видов моделей, используемых для априорного анализа создаваемых технологических процессов, являются имитационные модели, представляющие собой виртуальные устройства, позволяющие наблюдать изменение интересующих исследователя и разработчика показателей процесса во времени, а также получать оценки интегральных характеристик наблюдаемых процессов.

Целью разработки имитационной модели процесса сушки является выявление факторов, существенно влияющих на энергетическую эффективность процесса сушки сырья при комбинированном конвективно-лучистом тепловом воздействии и заданном ограничении на величину температуры сырья в ходе сушки. Показателями эффективности процесса сушки являются удельные затраты энергии и длительность сушки. Потребителями энергии являются устройства конвективного и лучистого нагрева, а также устройства понижения давления в объёме сушильной камеры. Модель процесса сушки позволит выполнять анализ кинетики сушки влажного сырья (материала) при различных комбинациях теплового воздействия на материал, включая импульсное воздействие тепловым излучением, при различных давлениях окружающей сырьё парогазовой среды, а также получить оценки затрат энергии и времени на процесс сушки сырья до заданной влажности продукта сушки.

Материал и методы исследований. В основе модели лежат эмпирическая зависимость интенсивности испарения влаги от температуры влажного сырья и температуры и влажности окружающей сырьё атмосферы, а также эмпирическая зависимость для конвективного теплообмена между поверхностью сырья и окружающей средой на основе закона Ньютона-Рихмана.

Объект исследования – процесс комбинированной конвективно-лучистой сушки, который включает в себя взаимосвязанные процессы теплообмена и массообмена, где теплообменные процессы представлены конвективным теплообменом между влажным материалом и окружающей его парогазовой средой и лучистым потоком теплоты от источника теплового излучения к поверхности влажного материала, а процессы массообмена – удаление (испарение) влаги из влажного материала и насыщение ею окружающей влажный материал парогазовой среды. В рассматриваемой модели принимаем, что температура материала по его толщине одинакова и равна температуре поверхности, площадь поверхности материала не изменяется (сырьё не «усыхает»), парогазовую среду рассматриваем как смесь сухого воздуха и водяного пара, сырьё рассматриваем как композицию сухого вещества и влаги.

Результаты и обсуждение. Тепловой баланс рассматриваемого процесса сушки определяется выражением:

$$q_{\text{конв}} + q_{\text{луч}} = q_{\text{нагр}} + q_{\text{исп}} \quad (1)$$

где $q_{\text{конв}}$ – конвективный поток тепловой энергии в системе влажный материал – парогазовая среда;

$q_{\text{луч}}$ – лучистый тепловой поток от инфракрасных источников к поверхности влажного материала;

$q_{\text{нагр}}$ – тепловой поток на нагрев сырья;

$q_{\text{исп}}$ – расход тепловой энергии на испарение влаги из материала.

Конвективный поток теплоты к единице площади поверхности определяется законом Ньютона-Рихмана для разности температур парогазовой среды и поверхности материала:

$$q_{\text{конв}} = \alpha(t_{\text{сп}} - t_n) \quad (2)$$

где $q_{\text{конв}}$ – поток теплоты, Вт/м²; α – коэффициент конвективной теплоотдачи, Вт/(м²•К); $t_{\text{сп}}$ – температура парогазовой среды, °С; t_n – температура поверхности материала, °С.

Поток лучистой энергии определяется законом Стефана-Больцмана:

$$q_{\text{луч}} = \varepsilon \cdot \sigma_0 \cdot (T_u^4 - T_n^4) \quad (3)$$

где $q_{\text{луч}}$ – тепловой поток, Вт/м²; ε – приведенная степень черноты системы тел «источник излучения – поверхность материала»; σ_0 – постоянная Стефана-Больцмана, Вт/(м²•К⁴); T_n – абсолютная температура источника теплового излучения, К; T_u – абсолютная температура поверхности материала, К.

Так как температура поверхности источника теплового излучения существенно (более чем на порядок) выше, чем температура поверхности материала, то для решения поставленной задачи достаточно задавать значение $q_{\text{луч}}$, принимая его значение постоянным для всего процесса сушки.

Количество теплоты $q_{\text{нагр}}$, приводящее к нагреву материала, определяется выражением:

$$q_{\text{нагр}} = C_n \cdot m_n \cdot \frac{dt_n}{d\tau} \quad (4)$$

где $q_{\text{нагр}}$ – количество теплоты, Вт; C_n – теплоемкость материала, Дж/(кг•К); m_n – масса материала, кг; $dt_n/d\tau$ – производная температуры материала по времени или изменение температуры материала за единицу времени, К/с.

Теплота, затраченная на процесс испарения влаги из материала, определяется выражением:

$$Q_{\text{исп}} = U \cdot Q_p \cdot F \quad (5)$$

где Q_p – удельная теплота парообразования, Дж/кг; U – интенсивность испарения влаги, кг/(м²•с); F – площадь поверхности испарения, м².

Зависимость интенсивности испарения может быть представлена в виде [3]:

$$U = A \cdot (p_1 - p_n)^{\kappa} \cdot (B \cdot W)^{m(W/\kappa)} \cdot p_0/p \quad (6)$$

где A – эмпирически определяемый коэффициент массообмена при нормальном давлении; p_1 – давление насыщенных паров при температуре поверхности

материала, Па; p_n – парциальное давление водяного пара в воздухе над поверхностью испарения, Па; k – эмпирически определяемый показатель степени; B – эмпирически определяемый коэффициент периода падающей скорости сушки; W – влагосодержание (влажность) сырья; $m(Wk)$ – эмпирически определяемый показатель степени ($m(Wk) = 0$ при $W > Wk$, $m(Wk) > 0$ при $W \leq Wk$); Wk – критическое влагосодержание (или влажность) сырья, определяющее момент начала периода падающей скорости сушки; p_0 – нормальное атмосферное давление 101325 Па; p – давление парогазовой среды, окружающей сырьё.

В этой зависимости используется два допущения относительно интенсивности испарения: 1) интенсивность линейно зависит от степени понижения давления парогазовой среды в устройстве; 2) интенсивность зависит от критического влагосодержания сырья, определяющего переход от периода постоянной скорости сушки к периоду падающей скорости.

Уравнение (1) является нелинейным дифференциальным уравнением, содержащим изменяющиеся во времени параметры. Возможным путем численного решения уравнения (1) является использование дискретизации Эйлера по времени для малой массы и объема материала. В этом случае по исходным данным составляется баланс уравнения (1) для постоянных значений определяющих величин и вычисляются результирующие величины, являющиеся исходными данными для следующего шага расчета. Известно, что применение дискретизации Эйлера приводит к накоплению ошибок определения искомых величин при больших шагах дискретизации.

Таким образом, для корректного использования модели необходимо:

1. Определить величину шага дискретизации модели, обеспечивающей допустимую погрешность вычисления искомых величин;
2. Установить значения коэффициентов уравнения (6) и значение критического влагосодержания сырья, соответствующие условиям сушки влажного растительного сырья при атмосферном давлении газовой среды.

Схемы устройств сушки, подлежащих моделированию. Рассматриваемая модель позволяет рассчитывать процессы сушки в устройствах конвейерного (материал движется со скоростью движения ленты конвейера) и шкафного (материал неподвижный на лотках) типов.

Схема сушки на ленте конвейера представлена на рис. 1. На ленте 1 расположен влажный материал 2 слоем, высота которого $Hn0$. Лента шириной bkn с материалом движется со скоростью Vn . Над лентой по тоннелю 4 высотой hkn спутно или навстречу движется поток воздуха 5 со скоростью Vk . На расстоянии $Lizl0$ друг от друга над слоем материала расположены инфракрасные излучатели 3, длина действия которых на материал составляет $Lqik0$. Расчетная длина слоя материала $Ln0$ используется в модели как длина слоя, в котором происходят процессы тепломассопереноса при постоянных значениях определяющих величин. Расчетное время для решения уравнения (1) определяется отношением $Ln0/Vn$. Схема сушки в шкафных устройствах приведена на рис. 2.

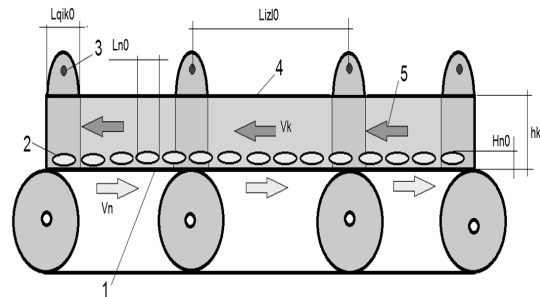


Рисунок 1. Схема конвейерной комбинированной конвективно-инфракрасной суши

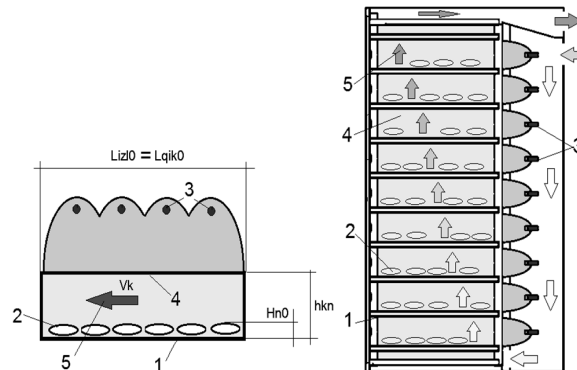


Рисунок 2. Схемы шкафной суши

На лотке 1 расположен материал 2, установлены источники теплового излучения 3, по каналу 4 движется поток агента сушки 5. Расчетный объем определяется задаваемыми величинами ширины лотка bkn , длины слоя материала $Ln0$ и высоты слоя материала $Hn0$. Расчетное время для решения уравнения баланса (1) определяется отношением $Ln0/Vn$ как и для устройств конвейерного и шкафного видов. Во всех устройствах предполагается равномерное тепловое облучение сырья.

Описание расчетной модели. Исходными данными решения задачи комбинированной суши влажного материала, размещенного на ленте конвейера или лотке заданной ширины, являются: вид и толщина слоя сырья, начальные влажность и температура сырья, скорость движения ленты конвейера; температура, влажность и скорость движения воздуха как агента конвективной суши; геометрические размеры, расположение и тепловая мощность источников теплового излучения. Допущением модели является постоянство температуры воздуха, проходящего через устройство суши.

Методика расчета параметров влажного воздуха и интенсивности испарения в сушильной камере изложена в [4]. Исходными данными расчета в этой методике являются: параметры окружающей устройство суши атмосферы (давление P_a , температура t_a , влажность φ_a); температура t_n поверхности и тем-

пература t_b воздуха над поверхностью сырья; скорость обтекания сырья воздухом V_k . В результате расчета вычисляется интенсивность испарения влаги $U(V_k, t_n, t_b)$ как функция скорости обтекания сырья воздухом и температур поверхности продукта сушки и воздуха над поверхностью, а также затраты энергии q на испарение влаги. Результаты расчетов получают для единицы площади испарения (1 м^2).

Для определения параметров влажного воздуха используются следующие функции. Функция давления насыщенного водяного пара pn (Па) в зависимости от температуры t ($^{\circ}\text{C}$) при температуре от 20°C до 100°C для атмосферного давления 101325 Па [3]:

$$pn(t) = 0.6112 \cdot \left(\frac{17.504 \cdot t}{241.2 + t} \right) \cdot 1000 \quad (7)$$

Зависимость (7) с незначительной (не более 0,6 %) погрешностью может использоваться при давлении меньшем атмосферного [5].

Парциальное давление водяного пара pp (Па) как функция температуры воздуха t ($^{\circ}\text{C}$) и относительной влажности воздуха φ (%):

$$pp(\varphi, t, KP) = \frac{\varphi \cdot pn(t) \cdot KP}{100} \quad (8)$$

где KP – коэффициент понижения давления ($0 < KP \leq 1$), характеризующий степень разрежения в объеме устройства сушки.

Функция плотности насыщенного водяного пара ρn ($\text{кг}/\text{м}^3$) от температуры t ($^{\circ}\text{C}$) при температуре от 20°C до 100°C :

$$\rho n(t, KP) = \frac{pn(t) \cdot \mu w \cdot KP}{\mu R \cdot (t + 273.15)} \quad (9)$$

где $\mu w = 18,016 \text{ кг}/\text{Кмоль}$ – молярная масса водяного пара; $\mu R = 8314,51 \text{ Дж}/\text{Кмоль} \cdot \text{К}$ – универсальная газовая постоянная.

Плотность водяного пара ρw ($\text{кг}/\text{м}^3$) как функция температуры воздуха t ($^{\circ}\text{C}$) и относительной влажности воздуха φ (%):

$$\rho w(\varphi, t, KP) = \frac{\varphi \cdot \rho n(t, KP)}{100} \quad (10)$$

Плотность сухого воздуха ρv ($\text{кг}/\text{м}^3$) как функция температуры t ($^{\circ}\text{C}$) и парциального давления сухого воздуха pv (Па):

$$\rho v(t, pv) = \frac{pv \cdot \mu v}{\mu R \cdot (t + 273.15)} \quad (11)$$

где $\mu v = 28,970 \text{ кг}/\text{К моль}$ – молярная масса сухого воздуха.

Для определения влажности воздуха $\varphi(d)$ над поверхностью сырья температурой t_b по известному влагосодержанию d используется итерационная процедура, в которой параметром сходимости является парциальное давление водяного пара pp (Па).

Ключевыми для определения интенсивности испарения являются коэффициенты зависимости (6), которые следует устанавливать экспериментально

для материалов и условий процесса сушки, близких к условиям в устройстве сушки.

Алгоритм расчета процесса сушки включает в себя последовательное вычисление исходных массы сырья и массы влаги в сырье для расчетного участка, тепловых конвективного и лучистого потоков в расчетный участок, интенсивности испарения и массы испаренной влаги, массы сырья как разности исходной массы и массы испаренной влаги, теплоты, расходуемой на испарение, и теплоты, расходуемой на нагрев сырья за время прохода участка расстояния, равного собственной длине, температуры материала в результате нагрева.

Приведенный алгоритм позволяет ограничивать тепловое действие тепловых излучателей при достижении сырьем температуры заданной величины, используя релейный закон управления, для чего задаются предельное значение и гистерезис температуры сырья в ходе сушки.

Для расчета значения коэффициента конвективной теплоотдачи α (уравнение (2)) использовано критериальное уравнение для турбулентного обтекания поперечно расположенного цилиндра:

$$Nu = C \cdot Re^n \quad (12)$$

где константы $C = 0,032$; $n = 0,8$

Теплоемкость влажного материала вычисляется как среднemasсовая теплоемкостей сухого вещества материала и воды. Расчет теплоемкости паровоздушной смеси C_{ps} выполняется в соответствии с массовыми долями в смеси сухого воздуха и водяного пара с использованием зависимостей, приведенных в [6].

Влагосодержание d для заданной температуры и влажности воздуха определяется как отношение плотности пара к плотности сухого воздуха:

$$d(\varphi, t) = \frac{\rho_w(\varphi, t)}{\rho_v(t)} \quad (13)$$

Недостатками модели являются: нет учета изменения температуры воздуха при его движении по каналу устройства, нет учета потерь теплоты и воздуха в окружающую среду и на нагрев конструкций устройства сушки.

Учет изменений температуры воздуха и потерь в канале устройства становится актуальным при значительной протяженности канала и, соответственно, длительном контакте агента сушки с поверхностью материала без восстановления его кондиций (температуры, влажности).

Определение величины шага дискретизации модели, значений коэффициентов уравнения (6) и значения критического влагосодержания сырья выполнено с использованием экспериментальных данных, полученных при сушке ломтиков яблок в 10-ти ярусном шкафном устройстве инфракрасной сушки КМ-5/06 [7] при атмосферном давлении.

Сушка ломтиков толщиной 8-12 мм осуществлялась при температуре 65 °С от начальной влажности 85±3 % до конечной влажности 15±2 %.

На рис. 3 приведена временная диаграмма изменения влажности во време-

ни, содержащая экспериментальные данные (поз. 1), линию (поз. 2), являющуюся результатом расчёта имитационной модели, линию (поз. 3) аппроксимации экспериментальных данных полиномом 3-й степени с использованием метода наименьших квадратов (коэффициент корреляции 0,945). Коэффициент корреляции для линий 2 и 3 составляет 0,998.

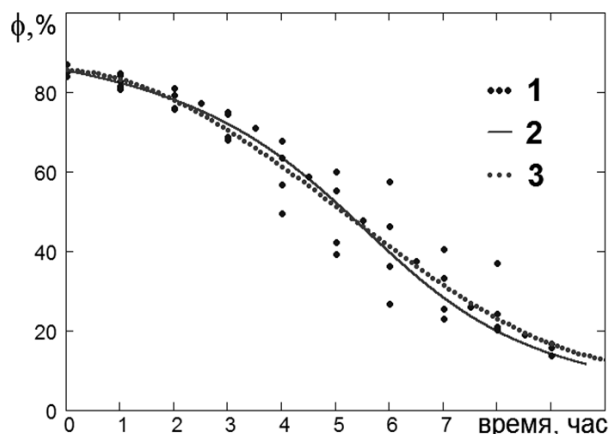


Рисунок 3. Изменение влажности материала в ходе сушки

Установлены следующие значения коэффициентов уравнения (6): $A = 6,696 \cdot 10^{-6}$; $k = 1,154$; $B = 0,0118$; $m(Wk) = 1.65$; $Wk = 85$. Шаг дискретизации, составляющий 0,2 с, обеспечивает отличие результатов моделирования от результатов моделирования при шаге 0,4 с не более чем на 0,05 %.

Результатом расчёта модели являются временные зависимости процесса сушки (табл. 1) и показатели эффективности (табл. 2).

Таблица 1. Расчетные временные зависимости модели

№	Наименование	Размерность
1	температура сырья	°С
2	масса расчётного участка сырья	кг
3	масса влаги в расчётном участке сырья	кг
4	тепловая мощность конвектора	Вт
5	тепловая мощность инфракрасного излучателя	Вт
6	масса испарённой влаги из расчётного участка	кг
7	тепловая мощность испарения	Вт
8	тепловая мощность нагрева сырья	Вт
9	температура сырья на выходе из расчётного участка	°С
10	влажность сырья на выходе из расчётного участка	%
11	время работы инфракрасного излучателя	с
12	влажность парогазовой смеси над сырьём	%

Таблица 2. Расчетные показатели эффективности процесса сушки

№	Наименование	Размерность
1	время сушки	час
2	время работы инфракрасных излучателей	час
3	затраты энергии инфракрасных излучателей	кВт•час
4	затраты энергии конвектора	кВт•час
5	потери теплоты уходящей парогазовой смесью	кВт•час
6	парообразование	м ³ /мин
7	расход паровоздушной среды	м ³ /мин
8	влажность воздуха на выходе устройства	%
9	суточная производительность устройства	кг/сутки

Выводы. Разработана имитационная модель процесса сушки высоковлажного сырья при комбинированном подводе теплоты конвекцией и тепловым излучением при различных давлениях окружающей сырьё среды. Модель позволяет реализовывать импульсное воздействие тепловым излучением на сырьё, обеспечивая тем самым заданное значение температуры сырья в ходе сушки.

Параметры модели идентифицированы с использованием экспериментальных данных сушки ломтиков яблок в многоярусном шкафом устройстве инфракрасной сушки.

Применение модели позволит для заданной предельно допустимой для сырья температуры в ходе сушки выявить взаимосвязи между показателями эффективности процесса сушки (затратами энергии и временем сушки) и определяющими факторами: тепловой мощностью источников теплоты, интенсивностью вентиляции устройства сушки воздухом, степенью понижения давления в устройстве сушки.

Список использованных источников:

1. Сушка, хранение и переработка продукции растениеводства [Текст] : сборник научных трудов Международного научно-технического семинара, посвящённого 175-летию со дня рождения К. А. Тимирязева. – Москва: Перо, 2018. – 291 с.

2. Современные энергосберегающие тепловые технологии (сушка и тепловые процессы) [Текст] : сборник научных трудов Седьмой Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со

References:

1. Drying, storage and processing of crop production [Text]: collection of scientific papers of the International scientific and technical seminar dedicated to the 175th anniversary of the birth of K. A. Timiryazev. й Moscow: Pero, 2018. – 291 p.

2. Modern energy-saving thermal technologies (drying and thermal processes) [Text]: collection of scientific papers of the Seventh International scientific and practical conference dedicated to the 110th anniversary of

дня рождения Академика А. В. Лыкова (13–15 октября 2020 года). – М. : ООО «Мегаполис», 2020. – 301 с.

3. Лыков, А.В. Теория сушки [Текст] / А.В Лыков. – М: Энергия, 1968. – 472 с.

4. Завалий, А.А. Разработка и тепловое моделирование устройств инфракрасной сушки термолабильных материалов [Текст] / А.А. Завалий, Ю.Ф. Снежкин. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2016. – 264 с.

5. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation [Text]. – 2008 edition, updated in 2010. – Geneva, Switzerland, WMO–No. 8, 2012. – 715 p.

6. Ривкин, С.Л. Термодинамические свойства газов: Справочник [Текст] / С.Л. Ривкин. – 4-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 288 с.

7. Сушильное устройство: пат. 157342 Рос. Федерация : МПК51 F26 B9/06 (2006.01) F26 B3/30 (2006.01) / Завалий А. А., Снежкин Ю. Ф., Рутенко В.С.; заявитель и патентообладатель ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского». – Заявл. 13.04.2015; опубл. 27.11.2015, Бюл. № 33. – 15 с. : ил.

the birth of Academician A.V. Lykov (October 13-15, 2020). – Moscow: Megapolis LLC, 2020. – 301 p.

3. Lykov A.V. Theory of drying [Text]. – М.: Energiya, 1968. – 472 p.

4. Zavaliiy A. A. Development and thermal modeling of devices for infrared drying of thermolabile materials [Text] / A. A. Zavaliiy, Yu.F. Snezhkin. – Simferopol: IT "ARIAL", 2016. – 264 p.

5. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation. – 2008 edition, updated in 2010. – Geneva, Switzerland, WMO–No. 8, 2012. – 715 p.

6. Rivkin, S. L. Thermodynamic properties of gases: Handbook [Text] / S. L. Rivkin. – 4th ed., reprint-M.: Energoatomizdat, 1987. – 288 p.

7. Drying device: Pat. 157342 ROS. Federation: IPC51 F26 B9 / 06 (2006.01) F26 B3/30 (2006.01) / Zavaliiy A. A., Snezhkin Yu. F., Rutenko V. S.; applicant and patent holder of the V. I. Vernadsky CFU. – Declared on 13.04.2015; published on 27.11.2015, Byul. № 33. – 15 p.: ill.

Сведения об авторах:

Завалий Алексей Алексеевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой общетехнических дисциплин Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», email: zavalym@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агро-

Information about the authors:

Zavaliiy Alexey Alekseyevich – Doctor of technical Sciences, Associate Professor, the Head of the Department of general technical disciplines of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail:zavalym@mail.ru, Agrotechnological Academy of

технологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Лаго Людмила Анатольевна – ассистент кафедры общетехнических дисциплин Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», email: Luda_Lago@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В. И. Вернадского».

Рыбалко Александр Сергеевич – младший научный сотрудник отдела механизации и производства новых образцов техники ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; email: alex_ark_simf@mail.ru, 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская 150.

the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University» Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, 295492.

Lago Ludmila Anatolievna – Assistant of the Department of general technical disciplines, of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: Luda_Lago@mail.ru, Agrotechnological Academy FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University» Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, 295492.

Rybalko Aleksandr Sergeevich – Junior Researcher, Department of mechanization and production of new samples of technique, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, Russia, 295493, Russia; e-mail: alex_ark_simf@mail.ru.

ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК 636.4

**КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ
ХАРАКТЕРИСТИКА ТОЛСТОЙ
КИШКИ ПЕРЕПЕЛОВ ПРИ
ПРИМЕНЕНИИ
ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПА-
РАТА «БИФИДУМБАКТЕРИН» И
АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ****CLINICAL AND
MORPHOLOGICAL
CHARACTERISTICS OF THE
LARGE INTESTINE OF QUAILS
WHEN USING THE PROBIOTIC
"BIFIDUMBACTERIN" AND
ASCORBIC ACID**

Соколов В.Г., кандидат ветеринарных наук, доцент;
Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

Sokolov V.G., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor;
Agrotechnological Academy FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Исследовали клинико-морфологический статус толстой кишки у перепелов при применении пробиотического препарата "Бифидумбактерин" и аскорбиновой кислоты. В результате проведенных исследований выявили особенности морфогенеза и гистологического строения толстого отдела кишечника у перепелов раннего возраста. Определили положительное влияние пробиотического препарата "Бифидумбактерин" и аскорбиновой кислоты на рост перепелов и развитие их толстого кишечника. Разработали дозировку применения пробиотического препарата "Бифидумбактерин" и аскорбиновой кислоты для перепелов 1-56-суточного возраста.

Ключевые слова: перепел, пробиотический препарат, толстый кишечник, клинико-морфологический статус.

The clinical and morphological status of the large intestine in quails was studied when using the probiotic "Bifidumbacterin" and ascorbic acid. As a result of the research, the features of morphogenesis and histological structure of the large intestine in young quails were revealed. We determined the positive effect of the probiotic "Bifidumbacterin" and ascorbic acid on the growth of quails and the development of their large intestines. The dosage of the probiotic "Bifidumbacterin" and ascorbic acid for quails of 1-56-day age was developed.

Key words: quail, probiotic, large intestine, clinical and morphological status.

Введение. В современном перепеловодстве остро стоит задача повышения продуктивности и сохранности птиц. Основной проблемой отрасли в последние годы является увеличение количества резистентных к антибиотикам возбудителей инфекционных и инвазионных болезней птиц [1, 2]. В связи с вышеуказанным, в последние годы возрос интерес ученых и практиков к пробиотическим препаратам как альтернативе антибиотикам. По мнению большинства ученых различных стран, пробиотики способствуют улучшению иммунного статуса и пищеварения у животных [3, 4].

При этом, многие ученые отмечают недостаточную изученность вопросов строения и функционирования органов пищеварения у перепелов. Поэтому, важным и актуальным направлением научных исследований последних лет является разработка и усовершенствование схем применения пробиотиков с учетом особенностей строения и функционирования органов пищеварения животных [5].

Материал и методы исследований. Исследовали 60 голов перепелов породы Техасская белая. Животных разделили на три группы: контрольную, 1 опытную и 2 опытную. Контрольную группу перепелов кормили полноценным гранулированным специализированным комбикормом. Рацион кормления перепелов 1 и 2 опытной группы содержал такой же комбикорм. В воду для питья перепелов 1 опытной группы добавляли пробиотический препарат «Бифидумбактерин» в дозе 15 мг на одну голову, а у перепелов 2 группы добавляли пробиотический препарат «Бифидумбактерин» в дозе 15 мг на одну голову, в сочетании с аскорбиновой кислотой в дозе 10 мг на одну голову.

В возрасте 16 и 36, 46 и 56 суток проводили контрольный убой перепелов опытных и контрольной групп, по 5 голов в каждой. Убой производили методом острого обескровливания. При работе с животными руководствовались правилами асептики и биоэтики. Использовали зоотехнические, клинические, гематологические, морфологические и расчетно-статистические методы исследования.

Результаты и обсуждение. Основные клинические показатели (температура тела, частота сердечных сокращений и дыхательных движений) перепелов колебались в отобранных группах не значительно и не достоверно. Характерно, что и с возрастом эти показатели у перепелов значительно не изменялись. Мы отметили, что полученные нами основные клинические показатели перепелов колебались в пределах показателей, установленных другими авторами [1, 3].

Исследованные гематологические показатели свидетельствуют об отсутствии значительной и достоверной разницы между тремя группами перепелов различных возрастных периодов. Нами выявлена лишь характерная особенность довольно значительного и достоверного постепенного увеличения количества эритроцитов, лейкоцитов, уровня гемоглобина и общего белка у перепелов 36-56-суточного возраста, по сравнению с предыдущими возрастами.

Применение пробиотического препарата «Бифидумбактерин», особенно в сочетании с аскорбиновой кислотой, приводит к повышению живой массы

56-суточных перепелов на 5,25% ($p \leq 0,05$) в сравнении с их сверстниками из контрольной группы, не принимающих данные препараты. Необходимо отметить, что у 56-суточных перепелов, принимающих только «Бифидумбактерин» живая масса так же больше, по сравнению с контрольной группой, однако лишь на 2,88% ($p \geq 0,05$). При этом среднесуточный прирост живой массы за весь период выращивания в контрольной, 1 опытной и 2 опытной группах составил 4,46 г, 4,73 г и 4,75 г соответственно.

Длина тела перепелов 1 и 2 опытных групп превышает таковую контрольной группы. Особенно разница в показателях отмечается в 46- и 56-суточном возрасте.

При исследовании макроморфометрических показателей развития толстого кишечника перепелов, мы отметили, что у птиц 2 опытной группы наблюдается наиболее интенсивное развитие линейных промеров кишечника: длины и ширины. При этом, длина обоих слепых кишок, прямой кишки и клоаки, как и общая длина толстого кишечника у перепелов всех трех исследованных групп в возрасте 16 и 36 суток существенно и достоверно не отличается ($p \geq 0,05$). Начиная с 46-суточного, а так же в 56-суточном возрасте мы отмечаем более существенное, иногда достоверное превышение длины и ширины толстого кишечника у перепелов 2 опытной группы, в сравнении с контрольной и 1 опытной группой. Показатели длины и ширины кишечника у перепелов 1 опытной группы в 46- и 56-суточном возрасте больше, чем у перепелов контрольной группы, однако не столь существенно и не достоверно.

Масса толстого кишечника у перепелов с 16-суточного до 56-суточного возраста увеличивается довольно интенсивно. За 40 суток жизни у перепелов контрольной группы она возрастает в 11,51 раза, у перепелов 1 опытной группы – в 11,06 раза, а у 2 опытной группы – в 12,56 раза.

Гистологические исследования средней части прямой кишки показывают, что за 40-суточный период от 16- до 56-суточного возраста толщина ее стенки увеличивается от 670,45 до 790,64 мкм (табл. 1). Данное увеличение за исследованный период происходит неравномерно. С 16 по 36 суточный возраст она интенсивно увеличивается, а к 46-суточному возрасту – наоборот незначительно и недостоверно уменьшается. Данный факт мы связываем с интенсивным увеличением длины толстого кишечника в этот период.

К 56-суточному возрасту толщина стенки средней части прямой кишки вновь увеличивается. У перепелов трех исследованных групп во все возрастные периоды разница показателя толщины стенки средней части прямой кишки была не значительной и не достоверной. Однако, в 36-, 46- и 56-суточном возрасте наибольшая толщина стенки средней части прямой кишки отмечается во 2 опытной группе.

Высота складок (ворсинок) слизистой оболочки прямой кишки исследованных перепелов в период жизни с 16 до 56-суточного возраста увеличивается не столь значительно по сравнению с толщиной стенки. В период от 16 до 36 суток высота складок слизистой оболочки во всех трех группах не значитель-

но и не достоверно уменьшается. В дальнейшем, у перепелов 46-суточного возраста контрольной и 2 опытной группы она не значительно увеличивается, а у перепелов 1 опытной группы продолжает уменьшаться по сравнению с предыдущим возрастом. В 56-суточном возрасте у перепелов всех исследованных групп высота складок слизистой оболочки прямой кишки по сравнению с предыдущим возрастом увеличивается, однако не значительно и не достоверно.

Во всех исследованных группах перепелов высота складок слизистой оболочки отличалась не существенно и не достоверно. При этом, в 16- и 36-суточном возрасте она наибольшая у перепелов 1 опытной группы, а в 46- и 56-суточном возрасте – у перепелов 2 опытной группы.

Экономические расчеты подтверждают высокую эффективность использования выбранного пробиотического препарата «Бифидумбактерин», особенно в сочетании с аскорбиновой кислотой при выращивании перепелов. Использование пробиотического препарата «Бифидумбактерин» в сочетании с аскорбиновой кислотой приводит к повышению рентабельности производства на 1,76 %.

Таблица 1. Динамика толщины стенки (мкм) средней части прямой кишки у перепелов

Возраст, сут.	Группы		
	Контрольная	1 опытная	2 опытная
16	683,23±21,56	670,45±12,68	679,59±17,34
36	734,06±15,63	755,39±18,14	782,84±8,25
46	728,65±22,54	746,52±17,45	776,15±12,98
56	757,73±14,52	772,33±15,56	790,64±18,32

Примечание: * - $p \leq 0,05$, ** - $p \leq 0,01$, *** - $p \leq 0,001$

Выводы. Применение пробиотического препарата «Бифидумбактерин», особенно в сочетании с аскорбиновой кислотой способствует увеличению прироста живой массы перепелов, ускорению развития стенки толстого кишечника, что приводит к улучшению пищеварения и использования питательных веществ рациона.

Список использованных источников:

1. Иванова, Р.Н. Влияние пробиотика Биоспорина на рост, развитие и продуктивность молодняка перепелов / Р.Н. Иванова, Н.К. Кириллов, И.А. Алексеев // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2012. – Т. 209. – С. 123-128.

References:

1. Ivanova R.N. Influence of the probiotic Biosporin on the growth, development and productivity of young quail / R.N. Ivanova, N. K. Kirillov, I.A. Alekseev // Scientific notes of the Kazan state Academy of veterinary medicine named N.E. Bauman. – 2012. – Vol. 209. – P. 123-128.

2. Лысенко, Ю.А. Влияние пробиотиков на мясную и яичную продуктивность перепелов / Ю.А. Лысенко // Труды Кубанского ГАУ. – 2012. – №5 (38). – С. 145-148.

3. Фисинин, В.И. Использование пробиотиков, пребиотиков и симбиотиков в птицеводстве/ В.И. Фисинин, И.А. Егоров, Ш.А. Имангулов. – Сергиев Посад, 2008. – 44 с.

4. Кorableва, Т.Р. Разработка эффективных схем применения иммунопробиотических препаратов для стимулирования жизнедеятельности коров и телят / Т.Р. Кorableва, И.В. Сенчук, Е.М. Собошанская, М.В. Скибин // Инновационные процессы в науке и образовании. – Пенза: Наука и просвещение. – 2017. – С. 184-200.

5. Соколов, В.Г. Клинические и патоморфологические изменения при гепатозе у кур-несушек / В.Г. Соколов // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2018. – №15 (178). – С. 165-170.

2. Lysenko Y.A. Influence of probiotics on meat and egg productivity of quail / Y.A. Lysenko // Proceedings of the Kuban state University. – 2012. – №5 (38). – P. 145-148.

3. Fisinin V.I. Use of probiotics, prebiotics and symbiotics in poultry farming/ V.I. Fisinin, I.A. Egorov, Sh.A. Imangulov. – Sergiev Posad, 2008. – 44 p.

4. Korableva T.R. Development of effective schemes for the use of immunoprotective to stimulate the vital activity of cows and calves / T.R. Korableva, I.V. Senchuk, E.M. Sobieschanskaya, M.V. Skibin// Innovative processes in science and education. – Penza: Science and education. -2017. – P. 184-200.

5. Sokolov V.G. Clinical and pathomorphological changes in hepatosis in laying hens / V.G. Sokolov // Transactions of Taurida agricultural science – 2018. – №15 (178). – P. 165-170.

Сведения об авторе:

Соколов Виталий Геннадьевич – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры анатомии и физиологии животных Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского». E-mail: sokolov2015vit@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Information about the author:

Sokolov Vitaly Gennadjevich - the Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Assistant Professor of anatomy and physiology of animals of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", E-mail: sokolov2015vit@mail.ru, 295492, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University".

УДК[619:616-071:615.355]:636.59

**ОСОБЕННОСТИ
ЭТОЛОГИЧЕСКИХ И
КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ПЕРЕПЕЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВА-
НИИ ПРОБИОТИКА
«БИФИДУМБАКТЕРИН» И
АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ**

**FEATURES OF ETHOLOGICAL
AND CLINICAL INDICATORS OF
QUAKS WHEN USING PROBIOTIC
"BIFIDUMBAKTERIN" AND
ASCORBIC ACID**

Лукашик Г.В., кандидат ветеринарных наук, доцент;
Саенко Н.В., кандидат ветеринарных наук, доцент;
Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Lukashik G.V., Candidate of veterinary Sciences, Associate Professor;
Sayenko N.V., Candidate of veterinary Sciences, Associate Professor;
Agrotechnological Academy FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Исследовали влияние пробиотика «Бифидумбактерин» и аскорбиновой кислоты на этологические и клинические показатели перепелов белой техасской породы. Объектом исследований были перепела техасской породы, возрастом от 7 до 56 суток, которых разделили на три группы в зависимости от вводимых в рацион пробиотика «Бифидумбактерин» и сочетания пробиотика и аскорбиновой кислоты. Применяли зоотехнические, клинические, гематологические и статистические методы исследования. Установили, что сохранность перепелов как опытных, так и контрольных групп составила 100 %. Увеличение живой массы перепелов выражено интенсивнее в опытных группах, особенно во второй, которая получала пробиотик «Бифидумбактерин» с аскорбиновой кислотой.

Ключевые слова: перепела, клинические показатели, живая масса, пробиотик «Бифидумбактерин», аскорбиновая кислота.

Investigated the effect of the probiotic "Bifidumbacterin" and ascorbic acid on the ethological and clinical parameters of the white Texas quail breed. The object of the research were quails of the Texas breed, aged from 7 to 56 days, which were divided into three groups depending on the probiotic "Bifidumbacterin" introduced into the diet and the combination of probiotic and ascorbic acid. Zootechnical, clinical, hematological and statistical research methods were used. Found that the safety of quail in the experiment, both experimental and control groups was 100%. The increase in the live weight of quails was more pronounced in the experimental groups, especially in the second group, which received the probiotic "Bifidumbacterin" with ascorbic acid.

Keywords: quail, clinical indicators, live weight, probiotic "Bifidumbacterin", ascorbic acid.

Введение. В настоящее время в Российской Федерации успешно развивается отрасль птицеводства – перепеловодство, которая занимает ведущую позицию среди других сельскохозяйственных отраслей. Это обусловлено повышенным спросом на продукцию данной отрасли в связи с высокими вкусовыми качествами мяса и яиц перепелов. С одним перепелиным яйцом в организм человека поступает 4% суточной нормы калорий, 10% необходимого количества протеина, огромное количество железа и витаминов группы В [1,6,8,9]. Перепела устойчивы к различным инфекционным болезням, что позволяет их содержать, не прибегая к вакцинации и исключает накопление в организме птиц разнообразных медикаментозных веществ [1,6,7,8].

Использование пробиотиков в ветеринарии и животноводстве является перспективным направлением, которое активно развивается. Весьма важными, указывающими на возможность широкого внедрения указанных препаратов в ветеринарную практику, являются преимущества, которые они имеют перед антибиотиками. Они не кумулируются в организме животных и птиц, являются экологически чистыми и биологически безвредными, усиливают защитную функцию организма и стимулируют его иммунную реактивность, вырабатывают бактерицидные и бактериостатические вещества, обладают витаминообразующей и кислотообразующей активностью, нормализуют пищеварение [2,3,4,5,7,10].

Применение пробиотиков при выращивании перепелов способствует повышению сохранности и продуктивности птицы на 2,1–6,4 %, позволяет полностью исключить антибактериальные препараты [5,6,7,10].

Цель исследований – исследовать особенности этологических и клинических показателей перепелов белой тexasской породы при применении пробиотика «Бифидумбактерин» и аскорбиновой кислоты.

Материал и методы исследований. Научные изыскания проводили на кафедре анатомии и физиологии животных факультета ветеринарной медицины Агротехнологической академии ФGAOY BO «KFY им. В. И. Вернадского». Объектом исследования служили 45 голов перепелов белой тexasской породы. В начале проведения опыта возраст перепелов составлял 7 суток. Перепела для эксперимента разделяли на 3 группы: контроль (К), пробиотик (П) и пробиотик с аскорбиновой кислотой (П+А). Каждая группа состояла из 15 голов перепелов. Опыт продолжался 49 суток. Общая схема проведения опыта представлена в таблице 1.

Для кормления перепелов в качестве основного рациона использовали полноценный комбикорм «СТАРТ», который дозировали по нормам на голову в сутки согласно возрасту. Опытным группам в рацион включали пробиотик «Бифидумбактерин» и аскорбиновую кислоту согласно схеме эксперимента. Пробиотик имел высушенную микробную массу, которая состоит из 500 000 000 бифидобактерий из штамма *Bifidobacterium bifidum* и имеет цвет от бежевого до белого. Препарат содержит в себе несколько ингредиентов: желатин до

1,0%, сахара до 9%, обезжиренное молоко до 24%. Задавали препарат перорально 1 раз в день в дозе 18 мг на 2 мл воды ежедневно в течение всего опыта. Аскорбиновая кислота – имеет вид белого порошка и кисловатого вкуса. Участвует в окислительных и восстановительных процессах организма птицы. При добавлении в рацион аскорбиновой кислоты снижается риск возникновения стресс-факторов, которые опять же влияют на организм и яйценоскость перепелов. А также проявляется меньший процент заболеваемости птиц, повышаются иммунологические процессы и оказывает антитоксическое действие.

В ходе исследования учитывали сохранность поголовья, показатели клинического статуса, абсолютные и среднесуточные приросты живой массы, морфологические показатели крови. Сохранность поголовья определяли ежедневно при помощи осмотра и мониторинга популяции птицы. Клинический статус оценивали наблюдением за поведением птицы, по состоянию слизистых оболочек и перьевого покрова, по результатам термометрии, подсчета дыхательных движений и частоты сердечных сокращений за минуту. Живую массу перепелов определяли взвешиванием в 16-, 36-, 46-, 56-суточном возрасте при помощи настольных электронных весов «Техноваги ТВЕ» с точностью до 0,01 г. Гематологические исследования у перепелов проводили в 16- и 56-суточном возрасте. Для этого отбирали кровь у перепелов из крыловой вены при соблюдении всех правил асептики и антисептики, помещали в специальные пробирки. Для предотвращения свертываемости применяли 1% раствор гепарина. Определение количества лейкоцитов, эритроцитов, содержания гемоглобина и показателя СОЭ осуществляли с помощью автоматического гематологического анализатора для ветеринарии «MicroCC-20Vet НТИ».

Полученные цифровые данные исследования обработали методом вариационной статистики с помощью программы MicrosoftExcel 2010 (MicrosoftCorp. USA).

Таблица 1. Общая схема проведения опыта

Группа	Количество голов перепелов в группе	Особенности кормления
Контроль (К)	15	Основной рацион
Опыт (П)	15	Основной рацион+0,1 доза (18 мг) пробиотика в 2 мл воды на голову в день
Опыт (П+А)	15	Основной рацион+0,1 доза (18 мг) пробиотика в 2 мл воды на голову+0,1 г аскорбиновой кислоты в 2 мл на голову в день

Результаты и обсуждение. Сохранность перепелов в процессе проведения эксперимента как опытных, так и контрольных групп составила 100%. Перепела на протяжении всего опыта чувствовали себя удовлетворительно. Птицы как контрольной, так и опытных групп были достаточно подвижны, упитан-

ность – удовлетворительная, положение тела в пространстве – естественное. Слизистые оболочки глаз, ротовой полости и клоаки бледно-розового цвета, целостность покровов сохранена; кожа суховатая, кожная складка быстро расправлялась и упругая, присутствовал специфический запах; перьевого покров блестящий, белый, равномерный и без аллопечий. После 36 суточного возраста у перепелов стали появляться коричневые перья на спине, груди, голове и крыльях. Температура тела у всех перепелов колебалась в пределах физиологической нормы, также как частота сердечных сокращений и дыхательных движений за минуту. Сердечный толчок локализован, умеренной силы. Тоны сердца ритмичные и ясные. Показатели пульса находились на протяжении всего проведения эксперимента в динамике и особых различий между контрольной и опытными группами выявлено не было. Данные клинического обследования перепелов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Показатели температуры, частоты сердечных сокращений и дыхательных движений у перепелов в эксперименте

Сроки исследования, сутки	Группы	T, °C	Частота сердечных сокращений, в мин	Частота дыхательных движений, в мин
16	К	41,05±0,04	181,17±0,03	26,05±0,03
	П	41,04±0,04	181,17±0,03	26,05±0,03
	П+А	41,05±0,02	181,17±0,04	26,05±0,03
36	К	41,16±0,06	180,25±0,02	26,14±0,02
	П	41,04±0,02	180,33±0,03	26,23±0,04
	П+А	41,25±0,08*	180,01±0,02*	26,01±0,01*
46	К	41,11±0,02	182,35±0,04	28,15±0,03
	П	41,09±0,03	179,1±0,02	25,94±0,04
	П+А	41,16±0,03*	178,23±0,04	25,16±0,01*
56	К	41,14±0,03	181,58±0,03	27,4±0,03
	П	41,12±0,01	180,2±0,02	25,96±0,03
	П+А	41,02±0,01*	176,93±0,03	24,89±0,02*

Примечание: * $p \leq 0,05$

Анализируя данные, которые представлены в таблице 2 следует отметить, что колебания температуры тела перепелов контрольной и опытных группах в 16-, 36-, 46- и 56-суточном возрасте были незначительны и всегда находились в пределах физиологической нормы.

В среднем масса перепелов 16-суточного возраста группы контроля составила 61,90±0,02 г, перепелов, получавших пробиотик «Бифидумбактерин» – 55,90±0,01 г, пробиотик «Бифидумбактерин» и аскорбиновую кислоту – 60,80±0,01 г. Таким образом, живая масса перепелов контрольной группы пре-

вышала живую массу перепелов первой опытной группы на 9,60 %, второй – на 1,70 %. В 36-суточном возрасте живая масса перепелов контрольной группы составила 214,30 г, тогда как у перепелов, получавших пробиотик «Бифидумбактерин» на 4,01 % выше, а у получавших пробиотик «Бифидумбактерин» и аскорбиновую кислоту – на 27,67 % выше по сравнению с живой массой перепелов контрольной группы. В 46-суточном возрасте живая масса перепелов первой опытной группы была выше на 4,02 %, а второй – на 17,74 %. Заключительное взвешивание было проведено в 56-суточном возрасте. Перепела подопытных групп имели следующие показатели: живая масса перепелов контроля составила 250,80 г; живая масса перепелов первой опытной группы – 267,40 г, то есть увеличилась на 6,61 %. Живая масса перепелов второй опытной группы возросла на 18,62 %. Следует отметить, что за весь период эксперимента средняя масса перепелов варьировала, но увеличение живой массы выражено интенсивнее в опытных группах, чем в контрольной, особенно во второй, где птицы получали пробиотик в сочетании с аскорбиновой кислотой.

Таблица 3 . Показатели живой массы, абсолютного и среднесуточного прироста у перепелов в эксперименте

Сроки исследования, сутки	Группы	Средняя масса, г	Абсолютный прирост, г	Среднесуточный прирост	
				г	%
16	К	61,90±0,02	-	-	-
	П	55,90±0,01	-	-	-
	П+А	60,80±0,01	-	-	-
36	К	214,30±0,02	152,40	7,62	100,00
	П	223,00±0,01	167,10	8,35	109,00
	П+А	273,6±0,02*	212,80	10,64	139,00
46	К	245,60±0,02	31,30	3,13	100,00
	П	255,50±0,02	32,50	3,25	104,00
	П+А	289,18±0,02*	15,58	1,55	49,70
56	К	250,80±0,02	5,20	0,52	100,00
	П	267,40±0,01*	11,90	1,66	228,00
	П+А	297,50±0,02*	8,40	0,84	161,50

Примечание: * $p \leq 0,05$

В 36-суточном возрасте среднесуточный прирост перепелов первой опытной группы, получавших только пробиотик «Бифидумбактерин», был больше на 9,58%, а у перепелов второй, получавших пробиотик «Бифидумбактерин» в комплексе с аскорбиновой кислотой, показатель был больше на 39,63% по сравнению с контрольной группой. В 46-суточном возрасте динамика сред-

несуточных приростов резко снизилась. В первой опытной группе показатель больше всего на 3,83%, а у перепелов второй уменьшился по сравнению с группой контроля на 49,52%. В 56-суточном возрасте среднесуточный прирост перепелов первой опытной группы был выше в три раза, у перепелов второй опытной группы – на 61,53% по сравнению с контрольной группой.

Таблица 4. Гематологические показатели перепелов

Сроки исследования, сутки	Группы	Гематокрит, %	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, $10^{12}/л$	Лейкоциты, $10^9/л$	СОЭ, мм/ч
16	К	42,63±0,8	85,00 ± 3,19	3,40 ± 0,12	25,00 ± 0,61	3,12±0,20
	П	42,64±0,9	85,01 ± 2,11	3,46 ± 0,15	26,11 ± 0,56	3,13±0,45
	П+А	42,64±0,04	85,01 ± 2,10	3,47 ± 0,16	27,23 ± 0,43	3,13± 0,67
36	К	43,88±0,13	85,05 ± 4,50	4,23 ± 1,13	28,11 ± 1,12	3,45±0,78
	П	44,34±0,19	86,01 ± 3,12	5,67 ± 1,15	29,03 ± 1,56	3,89±1,04
	П+А	45,11±0,31	86,13 ± 2,14	5,32 ± 2,01	29,06 ± 2,01	3,67± 0,80

Примечание: * $p \leq 0,05$

При гематологическом исследовании было выявлено, что показатели лейкоцитов, эритроцитов и гемоглобина были в постоянной динамике и находились в границах физиологической нормы перепелов группы контроля и опытных групп 16-суточного и 56-суточного возраста (табл. 4).

В возрасте 16 суток при гематологическом исследовании крови у перепелов морфологические показатели практически не отличались в контрольной и опытных группах. Только количество лейкоцитов у первой опытной группы было выше на 4,44 %, у второй – на 8,92 %, чем у перепелов контрольной группы.

В заключительном гематологическом анализе были зафиксированы следующие результаты: у перепелов первой опытной группы содержание эритроцитов в крови больше, чем у перепелов контрольной группы на 34,04 %, у второй – на 25,76 %; содержание лейкоцитов у перепелов первой опытной группы больше на 3,27 %, у второй – на 3,37 %; показатель гематокрита на 1,05% и на 2,80 %; содержание гемоглобина также выше на 1,13 % и 1,17 % соответственно. СОЭ у перепелов опытных групп возросло на 12,75 % и 6,37 % соответственно.

Таким образом, морфологические показатели крови перепелов в начале и в конце проведения опыта, а также на всем его протяжении находились в пределах физиологической нормы, определяемой для перепелов техасской породы в контрольной и опытной группах. При этом в крови опытных животных было

выше содержание эритроцитов, гемоглобина. Это говорит о том, что происходит наиболее интенсивное течение окислительно-восстановительных процессов в тканях и отсутствие воспалительных процессов у перепелов, получавших пробиотик «Бифидумбактерин» и сочетание пробиотика с аскорбиновой кислотой.

Выводы. Сохранность перепелов в процессе проведения эксперимента как опытных, так и контрольных групп составила 100%. Колебания показателей температуры, частоты сердечных сокращений и дыхания перепелов как опытных, так и контрольной групп были незначительны и находились в пределах физиологической нормы. Увеличение живой массы перепелов выражено интенсивнее в опытных группах, особенно во второй, которая получала пробиотик «Бифидумбактерин» с аскорбиновой кислотой. Морфологические показатели крови перепелов находились в пределах физиологической нормы, но в крови опытных животных большее количество эритроцитов, лейкоцитов и содержание гемоглобина.

Список использованных источников:

1. Бобылева Г. А. Птицеводство в России и мире: сегодня и завтра / Г.А. Бобылева // Журн. Мясные технологии. – 2013. – № 5. – С. 6-9.

2. Буяров В. С. Пробиотики и пребиотики в птицеводстве и свиноводстве / В. С. Буяров. – Орел: ОГАУ, 2014. – 164 с.

3. Емельянова Т. П. Витамины и минеральные вещества: Полная энциклопедия / Т. П. Емельянова. – СПб.: Весь, 2001. – 368 с.

4. Каблучеева-Пашник Т. И. Фармакологическое обоснование применения пробиотиков в птицеводстве / Т. И. Каблучеева-Пашник. Краснодар: Куб, 2016. – 270 с.

5. Саенко Н.В., Асанова А.А. Структурные особенности передней кишки перепелов под влиянием пробиотика «Споровит» и янтарной кислоты / Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2018. – №15 (178). – С. 144-155.

6. Саенко Н.В. Клинические изменения и интенсивность роста пе-

References:

1. Bobyleva G. A. Poultry farming in Russia and the world: today and tomorrow / G. A. Bobyleva // Zh. Meat technology. – 2013. – No. 5. – P. 6-9.

2. Buyarov V.S. Probiotics and prebiotics in poultry and pig breeding / V.S. Buyarov. – Oryol: OGAU, 2014. – 164 p.

3. Emelyanova T.P. Vitamins and minerals: Complete encyclopedia / T.P.Emelyanova. – SPb.: Ves, 2001. – 368 p.

4. Kablucheeva-Pashnik T.I. Pharmacological rationale for the use of probiotics in poultry / TI Kablucheeva-Pashnik. Krasnodar: Cube, 2016. – 270 p.

5. Saenko N.V., Asanova A.A. Structural features of the foregut of quails under the influence of the probiotic "Sporovit" and succinic acid / Transactions of agricultural science of Tavrida. – 2018. – No. 15 (178). – P. 144-155.

6. Saenko N.V. Clinical changes and the growth rate of quails when using the probiotic "Sporovit" and

репелов при применении пробиотика «Споровит» и янтарной кислоты // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2019. – №19 (182). – С. 164-170.

7. Семак А. Э. Рост и развитие цыплят бройлеров и мясных перепелов и влияние на этот процесс БАД / А. Э. Семак, Е. В. Панина, Н. П. Беляева, Е. М. Жмакина // Журн. Устойчивое развитие науки и образования. – 2017. – № 7. – С. 101-107.

8. Серебряков А. И. Перепела: содержание, кормление, разведение / А. И. Серебряков. – Пенза: Пеликан, 2018. – 86 с.

9. Sharma D., AppaRao K. B. C., Totley S. M. Measurement of within and between population genetic variability in quails // British Poultry Science. – 2000. – № 41. – P. 29-32.

10. Sorrell E.M. Adaptation of influenza A/Mallard/Potsdam/ 178-4/83 H2N2 virus in japanese quail leads to infection and transmission in chickens // Avian Diseases. – 2007. – Т. 51.– Supple 1. – P. 264-268.

succinic acid // Transactions of agricultural science of Tavrida.– 2019. – No. 19 (182). – P. 164-170.

7. Semak A. E. Growth and development of broiler chickens and meat quails and the effect of dietary supplements on this process / A. E. Semak, E. V. Panina, N. P. Belyaeva, E. M. Zhmakina // Zhurn. Sustainable development of science and education. – 2017. – No. 7. – P. 101-107.

8. Serebryakov A. I. Quail: maintenance, feeding, breeding / A. I. Serebryakov. – Penza: Pelican, 2018. – 86 p.

9. Sharma D., AppaRao K. B. C., Totley S. M. Measurement of within and between population genetic variability in quails // British Poultry Science. – 2000. – № 41. – P. 29-32.

10. Sorrell E.M. Adaptation of influenza A/Mallard/Potsdam/ 178-4/83 H2N2 virus in japanese quail leads to infection and transmission in chickens // Avian Diseases. – 2007. – Т. 51.– Supple 1. – P. 264-268.

Сведения об авторах:

Лукашик Галина Владимировна – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры анатомии и физиологии животных Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: lukashik_g@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Information about the authors:

Lukashik Galina Vladimirovna – candidate of veterinary sciences, associate professor of department of anatomy and animal physiology Agrotechnological academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: lukashik_g@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological academy FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Саенко Наталья Васильевна – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры анатомии и физиологии животных Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: nvsaenko@list.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Sayenko Natalia Vasilyevna – candidate of veterinary sciences, associate professor of department of anatomy and animal physiology of the Agrotechnological academy FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: nvsaenko@list.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe, Agrotechnological academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

УДК [619: 616.]:636.7

**ДИАГНОСТИКА
ДИЛАТАЦИОННОЙ
КАРДИОМИОПАТИИ У СОБАК**

Сенчук И.В., кандидат ветеринарных наук, доцент;
Солодовник О.С., обучающаяся;
Агротехнологическая академия ФГАУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

В статье приведены данные по наиболее информативным методам, позволяющим провести своевременную диагностику дилатационной кардиомиопатии у собак. Установлено, что у животных при данной патологии регистрируется угнетение, повышенная утомляемость, тахикардия, тахипноэ, цианоз видимых слизистых оболочек, развитие одышки и понижение упитанности вплоть до кахексии. В крови выявляли незначительное повышение уровня мочевины и выраженное увеличение концентрации кальция. При проведении эхокардиографии отмечали увеличение отношения левого предсердия к диаметру аорты, повышение конечного объема левого желудочка в систолу и диастолу на фоне уменьшения фракции сокращения и выброса.

Ключевые слова: собаки, дилатационная кардиомиопатия, эхокардиография, миокард, мочевина, общий кальций.

Введение. Под дилатационной кардиомиопатией (ДКМП) понимают поражение миокарда, характеризующееся дилатацией полостей желудочков сердца и сопровождающееся нарушением их сократительной функции, аритмией и нарастающим развитием сердечной недостаточности. Этиологическим фак-

**DIAGNOSIS OF DILATED
CARDIOMYOPATHY IN DOGS**

Senchuk I.V., Candidate of veterinary Sciences, Associate Professor;
Solodovnik O. S., student;
Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University».

The article provides data on the most informative methods that allow timely diagnosis of dilated cardiomyopathy in dogs. It was found that in animals with this pathology, depression, increased fatigue, tachycardia, tachypnea, cyanosis of the visible mucous membranes, the development of shortness of breath and a decrease in fatness up to cachexia are recorded. A slight increase in the level of urea and a pronounced increase in the concentration of calcium were detected in the blood. During echocardiography, an increase in the ratio of the left atrium to the aortic diameter, an increase in the final volume of the left ventricle in systole and diastole were noted against the background of a decrease in the contraction and ejection fraction.

Key words: dogs, dilated cardiomyopathy, echocardiography, myocardium, urea, total calcium.

тором развития данной патологии являются аномалии развития, артериальная гипертензия, нарушение коронарного кровообращения, а также заболевания перикарда [1–3].

К ДКМП имеют предрасположенность собаки таких пород как: доберманы, боксёры, ньюфаундленды, немецкие доги, португальские водные собаки, коккер спаниели и ирландские волкодавы [8–10]. Доказано, что метисы болеют реже высокопородных животных. Как правило, наиболее часто болеют пожилые животные, причем самцы более предрасположены к данной патологии [5–6].

Ряд ученых склонны утверждать, что возможной причиной возникновения ДКМП у собак может быть дефицит L-карнитина [5].

Диагностика ДКМП у собак отличается рядом особенностей, самой главной из которых является обязательное использование дополнительных инструментальных методов, без которых своевременное выявление этой патологии и проведение верификации диагноза невозможно [4–7].

Целью нашей работы было изучить наиболее информативные методы диагностики дилатационной кардиомиопатии у собак.

Материал и методы исследований. Исследования проводились на базе ИП Ковган «Ветеринарная клиника «Феникс» г. Симферополь и клинико-биохимической лаборатории кафедры терапии и паразитологии факультета ветеринарной медицины Агротехнологической академии (структурное подразделение) ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Объектом исследования являлись собаки, больные дилатационной кардиомиопатией. Обследование больных собак проводили по общепринятой схеме. Выполняли общий и биохимический анализ крови. Всего было обследовано десять животных с предварительным диагнозом ДКМП.

В цельной крови определяли общее количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, величину СОЭ, уровень гемоглобина, осуществляли выведение лейкограммы при помощи гематологического анализатора Element HT5.

При биохимическом анализе сыворотки крови исследовали концентрацию общего белка, общего билирубина, мочевины, креатинина, содержание натрия, калия, общего кальция и хлора с помощью биохимического анализатора BioChem SA.

Для уточнения поставленного диагноза животным применяли эхокардиографию (ЭХО-КГ) при помощи УЗИ-сканера – Mindray Z6Vet.

УЗИ-сканер Mindray Z6Vet – это переносная ветеринарная цветная доплеровская ультразвуковая система, предназначенная для проведения исследований в В- и М-режимах.

К нему подключены следующие датчики: секторный фазированный датчик Mindray 2P2P, с рабочей частотой 2,0-3,6 МГц (для абдоминальных и кардиологических исследований), микроконвексный датчик Mindray 6C2P с рабочей частотой 5,0-8,5 МГц (для абдоминальных и кардиологических исследований) и линейный датчик Mindray L14 с рабочей частотой 8,0-14,0 МГц (для исследова-

дований в области ортопедии и сосудов).

Результаты и обсуждение. При поступлении животных проводили сбор анамнеза и оценку клинического статуса. У больных собак регистрировали угнетение, повышенную утомляемость, экспираторную или смешанную одышку, в ряде случаев – кашель, цианоз видимых слизистых оболочек. Упитанность животных была сниженной вплоть до кахексии. Данные по температуре тела, частоте сердечных сокращений и дыхательных движений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Показатели температуры тела, частоты сердечных сокращений и дыхательных движений у собак с ДКМП ($M \pm m$), ($n=10$)

Показатель	Больные животные	Нормативные величины
Температура, С°	38,5±0,03	37,5–39,5
Пульс, мин	143,0±1,8	70–120
Частота дыхательных движений, мин	37,0±1,5	14–30

По данным таблицы 1 можем заметить, что повышение температуры тела у животных при подозрении на ДКМП не наблюдается: так колебание данного показателя составило от 38,4 до 38,7 °С, что укладывается в границы физиологической нормы. Наряду с этим регистрировали тахикардию и тахипноэ, что может быть обусловлено компенсаторной реакцией организма на систолическую недостаточность.

После проведения общего клинического обследования больных собак, осуществляли отбор образцов крови для выполнения общего и биохимического анализа крови. Данные по результатам изучения показателей крови представлены в таблицах 2-3.

Таблица 2. Результаты общего анализа крови собак при ДКМП ($M \pm m$), ($n=10$)

Показатель	Единица измерения	Референтные значения	Результаты
NEU (нейтрофилы)	%	38,0–80,0	67,2±2,00
LUM (лимфоциты)	%	12,0–45,0	25,33±2,40
MONO (моноциты)	%	1,0–8,0	4,17±0,30
EOS (эозинофилы)	%	1,0–11,0	3,17±0,50
BAS (базофилы)	%	0,0–1,2	0,13±0,02
WBC (лейкоциты)	10 ⁹ /L	5,50–19,50	8,56±0,90
RBC (эритроциты)	10 ¹² /L	4,60–10,20	6,81±0,30
PLT (тромбоциты)	10 ⁹ /L	100–518	267,0±11,40
HGB (гемоглобин)	g/L	110–190	176,8±8,20
СОЭ	мм/час	1–6	3,7±1,70

Из таблицы 2 следует, что у собак при ДКМП не отмечается выраженных изменений в лейкограмме. Концентрация гемоглобина, уровень СОЭ и количество форменных элементов крови находятся в пределах нормативных значений.

Таблица 3. Результаты исследования биохимического анализа сыворотки крови собак при ДКМП ($M \pm m$), (n=10)

Показатель	Единица измерения	Референтные значения	Результаты
Общий белок	г/л	59,0–86,0	85,55±1,55
Билирубин общий	мкмоль/л	0,0–17,0	5,22±1,44
Мочевина	ммоль/л	3,3–8,3	8,35±0,16
Креатинин	мкмоль/л	44,0–138,0	136,44±1,37
Общий кальций	ммоль/л	2,25–3,0	5,5±0,35
Калий	ммоль/л	3,6–5,5	4,5±0,17
Натрий	ммоль/л	140,0–155,0	148,96±1,4
Хлор	ммоль/л	105,0–122,0	110,46±1,66

Данные таблицы 3 свидетельствуют о том, что у собак при ДКМП выявили незначительное повышение уровня мочевины, а также выраженное увеличение концентрации кальция. Так, содержание мочевины колебалось в диапазоне от 8,1 до 8,7 ммоль/л. Такое повышение может являться следствием преренальной азотемии, которая развивается при снижении сердечного выброса. Увеличение содержания общего кальция может быть свидетельством усиленного его выделения вследствие разрушения саркомер.

Концентрация общего белка находилась на верхнем пределе физиологической нормы, по остальным параметрам тенденции к отклонениям выявлено не было.

Для верификации диагноза на ДКМП проводили ЭХО-КГ. Это необходимо для оценки систолической функции сердца, динамического контроля клинического состояния больных собак, а также прогнозирования последствий заболевания и контроля результатов их лечения.

Для кардиологического исследования животных фиксировали в правом боковом положении положение на столе, предназначенном для УЗИ-исследования, с окошком, конечности располагали перпендикулярно телу, при этом вытягивая правую переднюю конечность максимально вперёд. При ЭХО-КГ крупных пород собак использовали секторный фазированный датчик с рабочей частотой 2,0-3,6 МГц. Наиболее четкое изображение получали при расположении датчика под исследуемой областью.

Исследование сердца проводили с нескольких позиций датчика: правое парастернальное положение в области 3–6 межреберья, между грудиной и рёберно-грудинными сочленениями, левое каудальное парастернальное положение в

области 5–7 межреберья, ближе к груди, левое краниальное парастернальное положение в области 3–4 межреберья, между грудиной и рёберно-грудинными сочленениями.

Из каждого доступа сканировали сердце в нескольких плоскостях: по длинной оси, короткой оси и в четырехкамерной проекции. При этом получали двухмерные изображения в В-режиме с проведением соответствующих измерений. Затем выбирали подходящее направление сканирования в М-режиме.

Для оценки функциональности сердца нами использовались такие клинически значимыми показатели как: диаметр аорты (АО), размер левого предсердия (LA), отношение размера левого предсердия к аорте (L/A), конечный диастолический размер левого желудочка (LVd), конечный систолический размер левого желудочка (LVs), конечный систолический объём левого желудочка (LVVs), конечный диастолический объём левого желудочка (LVVd), фракция выброса (EF%) и фракция сократимости (FS%).

На рисунке 1 представлено сердце в парастернальном доступе по длинной оси. На ЭХО-КГ сверху визуализируется межжелудочковая перегородка, также полость левого желудочка со створками митрального клапана, задняя стенка левого желудочка визуализируется в нижней левой части ЭХО-КГ, в нижней правой части находится полость левого предсердия. Межжелудочковая перегородка переходит в переднюю стенку аорты, а передняя митральная створка – в заднюю стенку аорты. По данным измерениям видно, что диаметр аорты составляет 2,3 см, размер левого предсердия составляет 3,56 см, а отношение левого предсердия к аорте равно 1,55, что свидетельствует о дилатации полости левого предсердия.

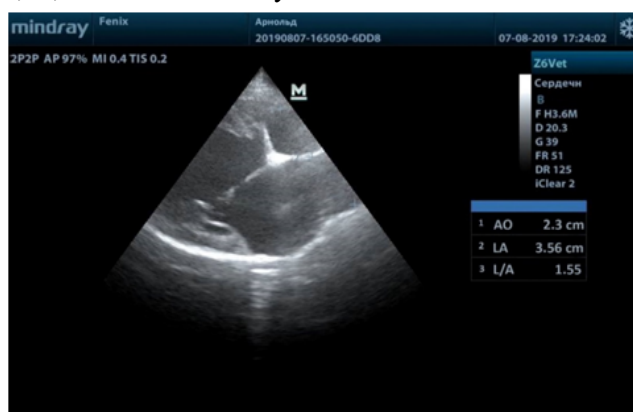


Рисунок 1. ЭХО-КГ в парастернальном доступе по длинной оси, собака Арнольд, порода немецкая овчарка, возраст 5 лет

На рисунке 2 представлена одномерная ЭХО-КГ на уровне папиллярных мышц. На ЭХО-КГ сверху-вниз визуализируется передняя стенка правого желудочка, конечный систолический и диастолический размер полости правого желудочка, межжелудочковая перегородка, передняя створка митрального клапана, конечный систолический и диастолический размер полости левого же-

лудочка, задняя стенка левого желудочка, а также задняя стенка митрального клапана. По данным измерениям видно, что размер левого желудочка в систолу составляет (LVs) 3,97 см, а объём (LVVs) 68,76 мл; размер левого желудочка в диастолу составляет (LVd) 4,8 см, а объём (LVVd) 113,75 мл. Обсчитав эти показатели, аппарат вывел фракцию сократимости равную (FS%) 17,3% и фракцию выброса (EF%) 39,6%, что свидетельствуют о недостаточной сократительной способности миокарда.

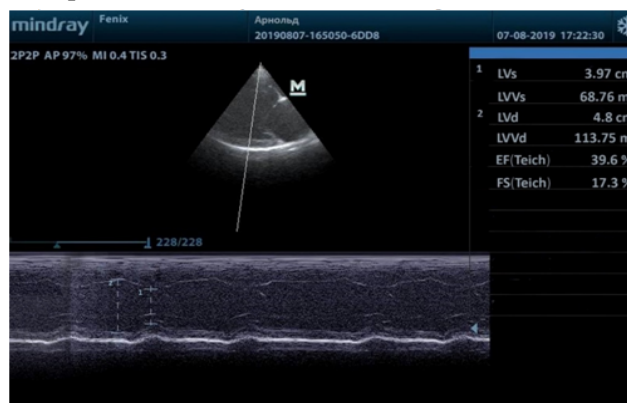


Рисунок 2. Одномерная ЭХО-КГ на уровне папиллярных мышц, собака Арнольд, порода немецкая овчарка, возраст 5 лет

Цифровые данные порезультатам измерений эхокардиографии представлены в таблице 4.

Таблица 4. Показатели ЭХО-КГ собак при ДКМП (M ±m), (n=10)

Показатель	Единица измерения	Референтные значения	Больные животные
LA (размер левого предсердия)	см	1,4–3,4	3,63±0,04
АО (диаметр аорты)	см	1,6–3,5	2,09±0,08
L/A (отношение левого предсердия к диаметру аорты)	-	0,9–1,5	1,75±0,09
LVs (конечный систолический размер левого желудочка)	см	2,5–3,7	4,08±0,06
LVd (конечный диастолический размер левого желудочка)	см	3,3–4,5	4,77±0,05
FS (фракция сократимости)	%	30–50	14,55±1,06
LVVs (конечный систолический объём левого желудочка)	мл	22,3–58,1	73,19±3,02
LVVd (конечный диастолический объём левого желудочка)	мл	44,1–92,4	108,5±3,25
EF (фракция выброса)	%	45–100	32,4±2,05

Из таблицы 4 следует, что у животных с ДКМП наблюдалось увеличение отношения левого предсердия к диаметру аорты, что свидетельствует о его дилатации. Так показатель L/A при ДКМП превышал нормативы на 14,3 %. Параметр FS у больных животных был снижен более чем в два раза, в тоже время EF был снижен более чем на 28 % от нормы. Также наблюдается увеличение конечного объема левого желудочка в систолу и диастолу (LVVs и LVVd), что является доказательством его дилатации на фоне снижения сократительной способности миокарда. Такое функциональное состояние миокарда не способно обеспечить нормальное кровообращение и провоцирует развитие синдрома сердечной недостаточности.

Следовательно, на основании проведенных исследований можно сделать заключение, что диагностика ДКМП обязательно должна быть комплексной и опираться на данные общего обследования животного и результаты эхокардиографии.

Выводы.

1. При ДКМП у собак проявляются общие признаки сердечной недостаточности, такие как угнетение, повышенная утомляемость, экспираторная или смешанная одышка, тахипноэ, цианоз видимых слизистых оболочек, тахикардия, кахексия.

2. При биохимическом обследовании крови при ДКМП выявляется значительное повышение концентрации общего кальция и умеренное увеличение содержания мочевины.

3. Наиболее характерным диагностическим критерием ЭХО-КГ для диагностики ДКМП является увеличение размера левого предсердия, рост отношения левого предсердия к диаметру аорты и повышению конечного объема левого желудочка в систолу и диастолу на 20,6 и 14,8 % соответственно на фоне понижения фракций сократимости и выброса миокарда.

Списки использованных источников:

1. Джанашия, П. Х. Кардиомиопатии и миокардиты [Текст] / П.Х. Джанашия. – М.: Принт, 2000. – 128 с.

2. Кузнецов, Г.П. Дилатационная кардиомиопатия [Текст] / А.Г. Мокеев, Р.И. Мифтяхова, Л.Е. Карпова // Самарский медицинский журнал. – 2003. – №1-2. – С. 65-70.

3. МакМайкл, М., Неотложные кардиологические состояния у мелких домашних животных. Диагностика и лечение [Текст] / М. МакМайкл – М.: Издательство Аквариум, 2017. – 96 с.

References:

1. Janashia, P. H. Cardiomyopathies and myocarditis [Text] / P. H. Janashia. – M.: Print, 2000. – 128 p.

2. Kuznetsov, G. P. Dilated cardiomyopathy [Text] / A. G. Mokeev, R. I. Miftyakhova, L. E. Karpova // Samara medical journal, 2003, № 1-2, P. 65-70.

3. McMichael, M., Urgent cardiological conditions in small Pets. Diagnostics and treatment [Text] / M. McMichael – M.: Aquarium publishing house, 2017. – 96 p.

4. Ультразвуковая диагностика внутренних болезней мелких домашних животных [Текст] / А.М. Шабанов, А.И. Зорина, А.А. Ткачев-Кузьмин [и др.] – М.: КолосС, 2005. – 138 с.
4. Ultrasound diagnostics of internal diseases of small domestic animals [Text] / A.M. Shabanov, A. I. Zorina, A. A. Tkachev-Kuzmin [et al.] – Moscow: KolosS, 2005. – 138 p.
5. Keene, B.W. Myocardial L-carnitine deficiency in a family of dogs with dilated cardiomyopathy [Текст] / B.W. Keene // Journal of the American Veterinary Medical Association. – 1991. – Vol. 4. – P. 647-650.
5. Keene, B.W. Myocardial L-carnitine deficiency in a family of dogs with dilated cardiomyopathy [Text] / B.W. Keene // Journal of the American Veterinary Medical Association. – 1991. – Vol. 4. – P. 647-650.
6. Martin, M.W.S. Canine dilated cardiomyopathy: a retrospective study of prognostic findings in 367 clinical cases [Текст] / M.W.S. Martin // Journal of Small Animal Practice. – 2010. – Vol. 51. – P. 428-436.
6. Martin, M.W.S. Canine dilated cardiomyopathy: a retrospective study of prognostic findings in 367 clinical cases [Text] / M.W.S. Martin // Journal of Small Animal Practice. – 2010. – Vol. 51. – P. 428-436.
7. Meurs, K. M. Insights into the heritability of canine cardiomyopathy [Текст] / K. M. Meurs // Vet Clin North Am Small Anim Pract. – 1998. – Vol. 28. – P. 1449-1457.
7. Meurs, K. M. Insights into the heritability of canine cardiomyopathy [Text] / K. M. Meurs // Vet Clin North Am Small Anim Pract. – 1998. – Vol. 28. – P. 1449-1457.
8. Meurs, K. M. Boxer dog cardiomyopathy: an update [Текст] / K. M. Meurs // Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract. – 2004. – Vol. 34. – P. 1235-1244.
8. Meurs, K. M. Boxer dog cardiomyopathy: an update [Text] / K. M. Meurs // Vet. Clin. North. Am. Small. Anim. Pract. – 2004. – Vol. 34. – P. 1235-1244.
9. Meurs, K.M. A prospective genetic evaluation of familial dilated cardiomyopathy in the Doberman pinscher [Текст] / K. M. Meurs // J Vet Intern Med. – 2007. – Vol. 21. – P. 1016-1020.
9. Meurs, K.M. A prospective genetic evaluation of familial dilated cardiomyopathy in the Doberman pinscher [Text] / K. M. Meurs // J Vet Intern Med. – 2007. – Vol. 21. – P. 1016-1020.
10. Vollmar, A.C. Cardiac pathology in Irish wolfhounds with heart disease [Текст] / A.C. Vollmar, H.J. Aupperle // Vet Cardiol. – 2016. – Vol. 18. – P. 57-70.
10. Vollmar, A.C. Cardiac pathology in Irish wolfhounds with heart disease [Text] / A.C. Vollmar, H.J. Aupperle // Vet Cardiol. – 2016. – Vol. 18. – P. 57-70.

Сведения об авторах:

Сенчук Иван Викторович – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры терапии и паразитологии Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» e-mail: ivansenchuk_1981@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Солодовник Ольга Сергеевна – обучающаяся пятого курса факультета ветеринарной медицины Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» e-mail: lelikolia@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Information about the authors:

Sinchuk Ivan Viktorovich – Candidate of veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of therapy and parasitology of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University» e-mail: ivansenchuk_1981@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V. I.Vernadsky Crimean Federal University».

Solodovnik Olga Sergeevna – fifth-year student of the faculty of veterinary medicine of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University» e-mail: lelikolia@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, v. Agrarnoe, Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

УДК [619:615:616.2-002]:636.22/.28

**РОЛЬ
ИММУНОСТИМУЛЯТОРОВ В
ПРОФИЛАКТИКЕ
БРОНХОПНЕВМОНИИ У ТЕЛЯТ**

Мельник В.В., кандидат ветеринарных наук, доцент;

Репко Е.В., кандидат ветеринарных наук, доцент;

Агротехнологическая академия ФГА-ОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского».

Леонова О.Г., врач ветеринарной медицины.

Подверженность молодняка простудным заболеваниям высока и, поэтому, даже не взяв во внимание факторы первого порядка (инфекционные агенты), можно констатировать о том, что бронхопневмония регистрируется во многих хозяйствах разного типа деятельности в Крыму и других объектах Российской Федерации. Заболеванию подвержен молодняк всех видов домашних и сельскохозяйственных животных, но чаще всего бронхопневмонию наблюдают среди телят.

С целью профилактики бронхопневмонии у телят были апробированы иммуностимуляторы азоксивет в дозе 0,25 мг/кг и достим в дозе 3мл/гол. Наиболее эффективным иммуностимулятором является азоксивет, сохранность молодняка при его использовании составляет 100%.

Ключевые слова: профилактика бронхопневмонии, телята, молодняк, клиническое состояние, бронхолегочной тест, кровь, сыворотка крови,

**ROLE OF IMMUNO-
STIMULATORS IN PREVENTION
OF BRONCHOPNEUMONIA IN
CALVES**

Melnik V.V., Candidate of veterinary Sciences, Associate Professor;

Repko E.V., Candidate of veterinary Sciences, Associate Professor;

Agrotechnological Academy FSAEI HE «V. I. Vernadsky Crimean Federal University»

Leonova O.G., doctor of veterinary medicine

The susceptibility of young animals to colds is high and, therefore, even without taking into account the factors of the first order (infectious agents), it can be stated that bronchopneumonia is registered in many farms of various types of activity in the Crimea and other objects of the Russian Federation. The disease affects young animals of all types of domestic and farm animals, but most often bronchopneumonia is observed among calves.

In order to prevent bronchopneumonia in calves, the immunostimulants azoxivet were tested at a dose of 0.25 mg/kg and delivered at a dose of 3 ml/head. The most effective immunostimulant is azoxivet, the safety of young animals when using it is 100%.

Key words: prevention of bronchopneumonia, calves, young animals, clinical condition, bronchopulmonary test, blood, blood

патология дыхательной системы, serum, pathology of the respiratory immunostimulants, иммунитет, system, immunostimulants, immunity, фагоциты, лизоцимная активность, phagocytes, lysozyme activity, azoxivet, азоксивет, достим. dostim.

Введение. В связи с растущим спросом на продукты животноводства, в частности, увеличением потребности в молочной и мясной продукции, необходимо не только поддерживать имеющееся производство (животноводческие фермы, частные подворья, фермерские хозяйства и др.), но и увеличивать количество новых объектов всех видов «водств». Благодаря поддержке со стороны государства, это сейчас возможно и активно реализуется как в Крыму, так и других субъектах Российской Федерации. Специалистами разных направлений деятельности разрабатываются и внедряются новые технологии, относительно конструкции зданий, объектов животноводства, содержания и кормления животных, но без согласованной работы со специалистами ветеринарной медицины это малоэффективно. Животные, как и люди, с первых дней жизни подвержены заболеваниям. Одни из них рождаются уже со слабым иммунитетом, другие его не приобретают по ряду причин, поэтому раннее применение иммуностимуляторов, позволит снять ряд проблем, касающихся здоровья животных [2, 5].

В разные периоды времени, вопросами диагностики, профилактики и лечения бронхолегочных заболеваний у молодняка занимались разные ученые. К их числу можно отнести работы академиков Данилевского В.М., Анохина Б.М., Замарина Л.Г., Таланова Г.А., Левченко В.И., Щербакова Г.Г., Чумаченко В.Е., профессоров и кандидатов наук нашей Агротехнологической академии «КФУ им. В.И. Вернадского» Кондрахина И.П., Кораблёвой Т.Р., Ковалева В.Л., Мельник В.В., Гуренко И.А. [1, 2, 4, 5].

Неопрровержимым фактом является проведение своевременной профилактики и, в случае возникновения заболевания, наиболее раннее начало лечения. Именно по этой причине, мы изучили действие таких иммуностимуляторов как азоксивет и достим, с целью профилактики бронхопневмонии у телят.

Материал и методы исследований. Эксперимент был проведен на пятнадцати клинически здоровых телятах черно-пестрой и красной степной породы, 1-месячного возраста, весом 30-35 кг, в период с ноября 2019 года по январь 2020 года, принадлежащих КФХ «Генезис».

Молодняк был разделен на три группы по 5 голов в каждой. Животным первой группы в качестве средств стимулирующей терапии мы применяли азоксивет. Телятам второй группы инъецировали достим. Молодняк третьей группы не подвергался обработке иммуностимуляторами и составил группу контроля.

Контролирование клинического состояния и здоровья молодняка проводили с очерёдностью через три дня, в течение двух месяцев. Визуально оценивали общее состояние животных, в клиническое обследование входили: термометрия, измерение частоты пульса и дыхания, исследования доступных слизистых обо-

лочек и лимфатических узлов. Также выполнялись аускультация сердца и лёгких.

Гематологические исследования крови включали подсчёт количества эритроцитов и лейкоцитов, исследование гемоглобина - гемиглобинцианидным методом, фагоцитарной активности - с применением инактивированной культуры клеток золотистого стафилококка (*Staph. aureus*), штамм 209-Р. Фагоцитарный индекс высчитывали математически.

Биохимическими методами определяли общий белок (рефрактометрически) и проводили бронхолегочной тест (БЛТ) [3].

Обработку всех данных проводили с помощью компьютерной программы Statist.

Результаты и обсуждение. Изучив частоту проявления бронхолегочной патологии (процент заболеваемости) в хозяйстве, мы провели испытания по применению иммуностимуляторов с целью профилактики бронхопневмонии у телят.

Для чистоты эксперимента, нами были сформированы три группы клинически здорового молодняка, по пять голов в каждой, по принципу парных аналогов (учитывали возраст в днях, деление по полу, породе).

В первой (подопытной) группе телят был применён высокомолекулярный синтетический иммуномодулятор - азоксивет подкожно, в дозе 0,25 мг/кг, из расчёта два раза в неделю, курсом пять инъекций.

Второй (подопытной) группе молодняка мы внутримышечно вводили иммуностимулятор достим, в форме водной суспензии, в дозе 3мл/гол., пятикратно, с интервалом в 3 дня.

Третья группа животных была контрольной, без применения иммунных препаратов, за телятами только вели наблюдение. Условия содержания и кормления всех животных были идентичными.

На начало постановки эксперимента методом осмотра определили удовлетворительный клинический статус. При аускультации сердца и лёгких патологических шумов не выявляли, тоны сердца чёткие, громкие хорошо прослушиваются. Хрипов, кашля, очагов притупления в лёгких не было. Носовые истечения отсутствуют.

Частота сердечных сокращений, дыхательная амплитуда, результаты термометрии и биохимического бронхолегочного теста (БЛТ), у молодняка испытываемых трёх групп, представлены в ниже следующей таблице 1.

Из результатов, представленных в таблице 1 следует, что у телят первой подопытной группы, которым мы вводили азоксивет, больных бронхопневмонией животных нет, в отличие от второй группы (применяли достим), в которой заболел один теленок или 20%. Сравнивая только лишь этот показатель можно уже с уверенностью сказать об эффективности средств стимулирующей терапии, так как в контрольной группе телят, без применения этих средств заболело 60% молодняка, что в три раза больше, чем заболевших во второй подопытной группе.

Обзорное сравнение основных клинических показателей в каждой конкретной группе следующее. У животных первой и второй группы все данные, кроме

бронхолегочного теста, отличались между собой недостоверно и варьировали в пределах физиологической нормы. Что касается БЛТ, то у молодняка первой группы он увеличился с 1,67 мл до 1,78 мл, что характеризует здоровое состояние телят, во второй группе он снизился с 1,7 мл до 1,59 мл. при норме 1,6 мл и выше, что свидетельствует о начале заболевания или остром течении бронхопневмонии (подтверждается одним заболевшим животным). У молодняка контрольной группы БЛТ достоверно снизился ($p < 0,05$) с 1,73 мл до 1,42 мл (три заболевших теленка), а в сравнении с первой подопытной группой, в конце эксперимента, разница составила 1,3 раза с достоверностью ($p < 0,01$).

Таблица 1. Обобщённые результаты клинического обследования молодняка в КФХ «Генезис», $M \pm m$

Показатель	Первоначальные данные	Данные на конец опыта	Достоверность между показателями
Первая подопытная группа			
Температура тела, °С	38,8 ± 0,07	39,2 ± 0,05	> 0,05
Пульс, в мин.	71,8 ± 2,11	78,5 ± 2,11	> 0,05
Дыхание, в мин.	32,8 ± 2,97	30,8 ± 2,81**	> 0,05
БЛТ (мл)	1,67 ± 0,05	1,78 ± 0,04**	< 0,05
Признаки бронхопневмонии	нет	нет	-
Вторая подопытная группа			
Температура тела, °С	38,9 ± 0,13	39,7 ± 0,19	> 0,05
Пульс, в мин.	78,4 ± 1,96	82,7 ± 1,82	> 0,05
Дыхание, в мин.	36,1 ± 2,74	46,2 ± 2,52 *	> 0,05
БЛТ (мл)	1,70 ± 0,09	1,59 ± 0,12 *	< 0,05
Признаки бронхопневмонии	нет	1	-
Контрольная группа			
Температура тела, °С	38,6 ± 0,09	39,9 ± 0,12	< 0,05
Пульс, в мин.	75,3 ± 2,03	91,4 ± 2,51	> 0,05
Дыхание, в мин.	40,6 ± 1,13	63,6 ± 3,22	< 0,05
БЛТ (мл)	1,73 ± 0,07	1,42 ± 0,53	< 0,05
Признаки бронхопневмонии	нет	3	-

Примечания: * $p < 0,05$ подопытная группа относительно контрольной в конце опыта; ** $p < 0,01$ подопытная группа относительно контрольной в конце опыта.

Изменения в картине крови представлены в таблице 2.

Интерпретируя данные, представленные в таблице 2 можно сказать о том, что у молодняка первой подопытной группы все показатели крови, как в начале

так и в конце эксперимента были в пределах физиологической нормы. Наблюдаем тенденцию их повышения, за исключением гемоглобина и фагоцитарного индекса, где после обработки данных, мы можем констатировать об их достоверном изменении ($p < 0,05$). Содержание гемоглобина повысилось на 37%, ФИ на 30,5%.

Таблица 2. Обобщённые результаты исследований крови (сыворотки) у телят на период постановки и окончания эксперимента, $M \pm m$

Показатель	Первоначальные данные	Данные на конец опыта	Достоверность между показателями
Первая подопытная группа			
Эритроциты, Т/л	6,1 ± 0,25	7,5 ± 0,72	> 0,05
Лейкоциты, Г/л	8,3 ± 2,12	9,2 ± 3,21	> 0,05
Гемоглобин, г/л	83,2 ± 2,37	114,1 ± 3,56**	< 0,05
Фагоцитарная активность, %	50,3 ± 2,82	59,7 ± 2,50**	> 0,05
Фагоцитарный индекс, м.к.	3,6 ± 0,52	4,7 ± 0,66**	< 0,05
Общий белок, г/л	62,1 ± 9,14	64,3 ± 7,16	> 0,05
Вторая подопытная группа			
Эритроциты, Т/л	5,9 ± 0,21	6,3 ± 0,21	> 0,05
Лейкоциты, Г/л	7,8 ± 3,00	7,7 ± 2,54 *	> 0,05
Гемоглобин, г/л	79,8 ± 2,21	102,4 ± 2,43	> 0,05
Фагоцитарная активность, %	48,7 ± 3,14	52,1 ± 3,43*	> 0,05
Фагоцитарный индекс, м.к.	3,1 ± 0,78	3,9 ± 0,69*	> 0,05
Общий белок, г/л	64,6 ± 7,32	66,1 ± 8,14	> 0,05
Контрольная группа			
Эритроциты, Т/л	6,3 ± 0,49	4,9 ± 0,97	> 0,05
Лейкоциты, Г/л	7,6 ± 2,88	14,6 ± 2,88	< 0,05
Гемоглобин, г/л	86,7 ± 3,43	76,2 ± 5,16	> 0,05
Фагоцитарная активность, %	51,1 ± 2,47	30,3 ± 2,85	< 0,05
Фагоцитарный индекс, м.к.	3,4 ± 0,52	1,5 ± 0,48	< 0,05
Общий белок, г/л	59,8 ± 11,10	70,2 ± 9,34	> 0,05

Примечания: * $p < 0,05$ подопытная группа относительно контрольной в конце опыта; ** $p < 0,01$ подопытная группа относительно контрольной в конце опыта.

Рассмотрев в динамике изменения показателей крови у животных второй подопытной подгруппы, отмечаем положительную тенденцию, характеризующую стабильность полученных результатов, но без подтверждения достоверности.

Даже несмотря на болезнь одного телёнка в этой группе, показатели крови, в общем ракурсе, выглядят позитивно.

В контрольной группе животных полученные результаты не настолько оптимистичны, как в предыдущих двух. Так, количество эритроцитов хоть не достоверно, но снизилось, так же зеркально отреагировал гемоглобин. Количество лейкоцитов достоверно увеличилось с 7,6 до 14,6 Г/л или в 2 раза. Фагоцитарная активность нейтрофилов крови уменьшилась с величины 51,1%, в начале опыта, до 30,3% в конце опыта (примерно наполовину $p < 0,05$). Фагоцитарный индекс достоверно был ниже в два раза по сравнению с первоначальными данными. Общий белок сыворотки крови отличался на 10,4 г/л в сторону увеличения, что свидетельствует о воспалительном процессе в организме. Такие изменения подтверждаются болезнью трёх телят в этой группе.

Выводы. С целью профилактики бронхопневмонии у телят, необходимо провести иммуностимулирование в раннем возрасте препаратами азоксивет и достим в дозах, регламентируемых инструкциями к применению лекарственных препаратов. Только в этом случае мы сможем предотвратить заболевания молодняка и влекущие за собой потери в виде материальных затрат на лечение и, возможно, убытки, вследствие недополучения привесов живой массы тела или падежа животных.

Список использованных источников:

1. Гуренко, И.А. Доксиветин как средство для лечения и профилактики респираторных болезней телят / И.А. Гуренко, В.Л. Ковалев. // Симферополь. – Научные труды. – Выпуск 74. – 2002. – С. 21-24.
2. Кондрахин, И. Диагностика и терапия внутренних болезней животных / И. Кондрахин, В. Левченко. – М.: Аквариум-Принт. 2005. – 830с.
3. Кондрахин, И.П. Методика диагностики и прогнозирования бронхопневмонии телят по биохимическому тесту / И.П. Кондрахин // Ветеринария. – 1997. – №12. – С. 43-45.
4. Мельник, В.В. Перспективы применения фоспренила с целью профилактики бронхопневмонии телят / В.В. Мельник // Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский

References:

1. Gurenko, I.A. Doxivetin as a remedy for the treatment and prevention of respiratory diseases in calves / I.A. Gurenko, V.L. Kovalev. // Simferopol. –Scientific works. – Issue 74. – 2002.– P. 21-24.
2. Kondrakhin, I. Diagnostics and therapy of internal diseases of animals / I. Kondrakhin, V. Levchenko. – M.: Aquarium-Print. 2005. – 830p.
3. Kondrakhin, I.P. Methodology for the diagnosis and prognosis of calf bronchopneumonia by biochemical test / I.P. Kondrakhin // Veterinary Medicine. –1997. – No. 12. – P. 43-45.
4. Melnik, V.V. Prospects for the use of fosprenil for the prevention of bronchopneumonia in calves / V.V. Melnyk // Scientific works of the Southern Branch of the National University of Bioresources and Environmental Management of Ukraine «Crimean Agrotechnological

агротехнологический университет». – Ветеринарные науки. – Симферополь, 2013. – Вып. 151. – С. 227 - 234.

5. Уша Б.В. Внутренние болезни животных / Б.В. Уша, С.Э. Жавнис, И.Г. Серегин, Г.Г. Щербаков // ИНФРА – М. – 2019. – 311с.

University». – Veterinary sciences. – Simferopol, 2013. – Issue. 151. – P. 227 – 234.

5. Usha B.V. Internal diseases of animals / B.V. Usha, S.E. Zhavnis, I.G. Seregin, G.G. Shcherbakov // INFRA-M. – 2019. – 311p.

Сведения об авторах:

Мельник Валентина Васильевна – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры терапии и паразитологии Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», заместитель декана по воспитательной работе, e-mail: valy0673@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Репко Елена Васильевна – кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры терапии и паразитологии Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: repkoelena@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, п. Аграрное, Агротехнологическая академия ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Леонова Ольга Геннадьевна – врач ветеринарной медицины, e-mail: ageevaolga@icloud.com, 295000, Россия, Республика Крым, Симферополь.

Information about the authors:

Melnik Valentina Vasil'evna – Candidate of veterinary Science, Associate Professor faculty of therapy and parasitology of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», the Assistant to the dean of faculty of veterinary medicine on educational work of the for scientific work, e-mail: valy0673@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe, Agrotechnological Academy FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Repko Elena Vasil'evna – Candidate of veterinary Science, Associate Professor faculty of therapy and parasitology of the Agrotechnological Academy of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», the Assistant to the dean of faculty of veterinary medicine on educational work of the for scientific work, e-mail: repkoelena@mail.ru, 295492, Russia, Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe, Agrotechnological Academy FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Leonova Olga Gennad'evna – Doctor of veterinary medicine, e-mail: ageevaolga@icloud.com. Russia, Republic of Crimea, Simferopol.

Рефераты статей, опубликованных в теоретическом и научно-практическом журнале «Известия сельскохозяйственной науки Тавриды». № 23 (186), 2020 г.**АГРОНОМИЯ****УДК 634. 1. 03/634. 13/634.14**

Танкевич В.В., Сотник А.И.

ИЗУЧЕНИЕ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ДЛЯ ГРУШИ В ОТВОДЧНОМ МАТОЧНИКЕ В КРЫМУ

На современном этапе развития интенсивного садоводства большое внимание уделяется ресурсосберегающим технологиям, одним из элементов которых является использование слаборослых, прежде всего, клонных подвоев. Деревья на этих подвоях более скороплодны и формируют высокую продуктивность. Кроме того, на слаборослых подвоях ускоряется окупаемость капитальных вложений на создание таких насаждений. В представленном материале дан анализ данных сравнительного многолетнего изучения перспективных и районированных клонных подвоев для груши в маточнике. Исследуемый набор обусловлен требованиями современного садоводства. Цель исследований – дать оценку подвоям по комплексу хозяйственно-биологических признаков и выделить перспективные для совершенствования сортимента Крыма и юга России. Объектом изучения были подвойные формы подвоя айвы – айва А, МА, ВА 29, ИС 5–5, ИС 2–10, КА 53, КА 61, КА 86, КА 92. Анализ результатов многолетнего изучения в маточнике 9 клонных подвоев дает возможность выделить, по основным параметрам, формы крымской селекции серии КА, обладающих хлорозо, засухоустойчивостью и высокой продуктивностью. Общий выход отводков, у этих подвоев на 4–5-год эксплуатации, составляет не менее 300 тыс. шт./га. В контрольных вариантах (айва А и ВА 29) не превышает 270–280 тыс. шт. Выход стандарта, соответственно, равен 79–86%, 86–92%.

Tankevich V. V., Sotnik A. I.

STUDYING A NEW ROOTSTOCKS FOR PEAR IN LAYERING MOTHER NURSERY IN THE CRIMEA

At the current state of intensive gardening development a lot of attention is paid to the resource-saving technologies, including the use of dwarf (especially clonal) rootstocks. Trees on these rootstocks are early-maturing and more productive. In addition, the return on capital investments in such plantations is accelerated in case of dwarf rootstocks. The analysis of the results of the comparative long-term study of promising and released clonal pear rootstocks in the mother nursery is given in the content provided. The set under study is caused by the demands of current gardening. The study goal was to evaluate rootstocks by a set of economic and biological traits and to identify promising ones for assortment improvement in the Crimea and southern Russia. The subject of the study: rootstock form of a quince – A, MA, VA 29, IS 5-5, IS 2-10, KA 53, KA 61, KA 86, KA 92 quince. According to the results of the long-term study of 9 clonal rootstocks in the mother nursery we can identify (by key properties) the Crimean selection forms of the KA series with chlorosis resistance, drought resistance, and high productivity. The total yield of these rootstocks for 4th-5th years of application is at least 300,000 pcs/ha. The total yield in checks (A and VA 29 quince) is up to 270,000–280,000 pcs. The standard seedlings yield is 79–86% and 86–92% respectively.

УДК: 634.51:631.526.32

Копылов В.И., Корниенко П.С., Потанин Д.В.

**СОВМЕСТИМОСТЬ СОРТОВ ОРЕХА ГРЕЦКОГО С ПОДВОЕМ ОРЕХ ЧЕРНЫЙ
В УСЛОВИЯХ ПИТОМНИКА**

Целью наших исследований стало определение сортоподвойных комбинаций при использовании ореха черного в качестве подвоя для сортов латерального типа плодоношения в условиях питомника. В качестве подвоя использовались сеянцы ореха черного, сеянцы ореха грецкого. В качестве привоя были использованы черенки ореха грецкого латерального типа плодоношения сортов Идеал, Чендлер и Франкет. Схема посева подвоев в маточнике 70*20 см. Стратификация готовых саженцев проводилась в ящиках с опилками. Режим температуры в стратификационной камере составлял 24-26 оС, влажность воздуха находилась в пределах 80%. Согласно результатам, исследования показали, что сеянцы ореха черного обладают более интенсивным ростом, нежели сеянцы ореха грецкого. В первый год у 82 % сеянцев ореха черного диаметр корневой шейки достиг оптимальных размеров, пригодных для проведения зимней настольной прививки, в отличие от сеянцев ореха грецкого (8%). Сорт Идеал показал слабую совместимость с подвоем сеянцы ореха черного, его приживаемость составила всего 5%. При этом, сорта Чендлер и Франкет на этом подвое имеют приживаемость 33,8 и 32,2 % соответственно. На вторую вегетацию саженцы ореха грецкого привитые на сеянцах ореха черного показали потенциальную возможность формирования генеративных органов. Около 21% саженцев сформировали боковые ответвления, что позволяет получать кронированный посадочный материал на сеянцах ореха черного. Согласно полученным результатам наиболее перспективным способом получения привитых саженцев ореха грецкого на подвое сеянцы ореха черного оказалась зимняя настольная прививка. В ходе анатомирования слаборастущих прижившихся окулянтов был обнаружен некроз тканей, идущий в основном от подвоя. Установлено, что на вторую вегетацию саженцы ореха грецкого привитые на сеянцах ореха черного показали потенциальную возможность формирования генеративных органов.

Kopylov V. I., Kornienko P. S., Potanin D. V.

**COMPATIBILITY OF WALNUT VARIETIES WITH BLACK WALNUT ROOTSTOCK
IN NURSERY CONDITIONS**

The purpose of our research was to determine the varietal combinations when using black walnut as a rootstock for varieties of lateral fruiting type in nursery conditions. Black walnut seedlings and walnut seedlings were used as rootstocks. As a graft, cuttings of walnut of the lateral type of fruiting of the Ideal, Chandler and Franket varieties were used. Scheme of sowing rootstocks in the Queen cell 70*20 cm. Stratification of finished seedlings was carried out in boxes with sawdust. The temperature regime in the stratification chamber was 24-26 оС, and the air humidity was within 80%. According to the results, studies have shown that black walnut seedlings have more intensive growth than walnut seedlings. In the first year, 82 % of black walnut seedlings had the diameter of the root neck reached the optimal size suitable for winter table grafting, in contrast to walnut seedlings (8%). The Ideal variety showed poor compatibility with the rootstock of black walnut seedlings, its survival rate was only 5%. At the same time, the varieties Chandler and Franket on this rootstock have a survival rate of 33.8 and 32.2%, respectively. For the second growing season, walnut seedlings grafted on black walnut seedlings showed the potential for the formation of generative organs. About 21% of the seedlings formed side branches, which allows you to get crouching planting material on black walnut seedlings. According to the results, the most promising way to get grafted walnut seedlings on the rootstock of black walnut seedlings was winter table grafting. During the anatomy weakly growing of rooted oculentum was discovered tissue necrosis, coming mainly from the rootstock. It was found that for the

second growing season, walnut seedlings grafted on black walnut seedlings showed the potential for the formation of generative organs.

УДК 632.9:634.25

Михайлова Е.В., Карпун Н.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ ПРЕПАРАТА ЗЕРЕБРА® АГРО В НАСАЖДЕНИЯХ ПЕРСИКА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К КУРЧАВОСТИ (*TAPHRINA DEFORMANS* (BERK.) TUL.).

Перспективным направлением в защите растений от болезней является стимулирование природных защитных механизмов растений на основе использования препаратов различной природы. Зеребра®Агро, действующим веществом которого является коллоидное серебро, обладает подтвержденным фунгицидным и бактерицидным эффектом, механизм которого является комплексным и реализуется по двум направлениям – прямому биоцидному воздействию серебра на патогены и косвенному (элиситорному, иммунизирующему). Целью исследований является оценка эффективности использования регулятора роста Зеребра® Агро в отношении курчавости листьев персика и определение его иммуноиндуцирующих свойств на основе анализа отклика антиоксидантной системы. Исследования проводили в 2018-2020 гг. в насаждениях персика сорта RedHaven на базе опытного участка ФГБУН «Федерального исследовательского центра «Субтропический научный центр РАН» по общепринятым методикам. Активность каталазы и пероксидазы в листьях персика определяли в 2020 году (на третий год эксперимента). При применении Зеребра® Агро как в чистом виде, так и совместно с фунгицидами с половинными нормами расхода, отмечено снижение степени развития курчавости листьев персика. Применение Зеребра® Агро в течение трех лет стабильно снижало развитие патогена *T. deformans*, что свидетельствует о том, что при предложенных нормах расхода изучаемого препарата биоэнергетические ресурсы растений сохраняются. Максимальная биологическая эффективность (79,7 %) в отношении курчавости листьев персика отмечена при применении Зеребра® Агро в баковой смеси с фунгицидами. Рост активности ферментов антиоксидантной системы, а также высокая степень обратной корреляции между степенью развития болезни и уровнем каталазы и пероксидазы в листьях после применения Зеребра® Агро свидетельствуют о формировании неспецифического иммунитета персика, индуцированного изучаемым препаратом, и, следовательно, о его иммуноиндуцирующих свойствах на культуре персика.

Mikhailova Ye.V., Karpun N.N.

APPLICATION OF THE GROWTH REGULATOR ZEREBRA® AGRO IN PEACH PLANTINGS TO IMPROVE RESISTANCE TO LEAF CURL

A promising direction in the protection of plants from diseases is the stimulation of the natural protective mechanisms of plants through the use of drugs of various nature. Zerebra® Agro, the active ingredient of which is colloidal silver, has a confirmed fungicidal and bactericidal effect, the mechanism of which is complex and is implemented in two directions – the direct biocidal effect of silver on pathogens and indirect effect (elicitor, immunizing). The aim of the research is to evaluate the effectiveness of using the growth regulator Zerebra® Agro in relation to the peach leaf curl and to determine its immunoinducing properties based on the analysis of the response of the antioxidant system. Studies were carried out in 2018-2020 in peach plantings (cv. Red Haven) on the basis of the experimental site of the Federal Research Centre the Subtropical Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences according to generally accepted methods. The activity of catalase and peroxidase in peach leaves was determined in 2020 (in the third year of the experiment). When applying Zerebra® Agro both in pure

form and together with fungicides with half doses, a decrease in the degree of development of peach leaf curl was noted. The use of Zerebra® Agro for three years has steadily reduced the development of the pathogen *T. deformans*, which indicates that with the proposed consumption rates of the studied preparation, the plant's bioenergy resources are preserved. The maximum biological efficacy (79.7%) in relation to peach leaf curl with Zerebra® Agro in a tank mixture with fungicides was observed. An increase in the activity of the antioxidant system enzymes, as well as a high degree of inverse correlation between the degree of disease development and the catalase and peroxidases level in the leaves after application of Zerebra® Agro, indicate the formation of nonspecific immunity of peach induced by the studied drug, and, therefore, its immuno-inducing properties on peach.

УДК [633.11“324”:632.51]:632.954

Осенний Н.Г., Ильин А.В., Томашова О.Л., Веселова Л.С.

ЗАСОРЕННОСТЬ АГРОФИТОЦЕНОЗА ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ХИМИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ СОРНЯКОВ В ПРЕДГОРНО-СТЕПНОМ КРЫМУ

По результатам четырехлетних исследований (2016-2019 гг.) посе́вы озимой пшеницы в предгорно-степном Крыму характеризуются смешанным типом засоренности с преобладанием двудольных (77,9 %) над мятликовыми (22,1 %). В этих условиях установлена высокая эффективность химического подавления двудольных сорняков, особенно наиболее злостных представителей Дескурии Софии и мака-самосейки с использованием более технологичных и эффективных современных противодвудольных препаратов Балерины (0,3-0,4 л/га), Мортиры (0,025 кг/га) и Бомбы (0,025-0,030 кг/га). Вместе с тем, превышение плотности мятликовых сорняков выше экономического порога вредоносности и высокая эффективность контроля их граминицидами, подтвердила целесообразность изучения и необходимость совместного контроля засоренности баковыми смесями препаратов, в частности Балерины (0,3 л/га) + Ластик Топ (0,5 л/га) и Бомбы (0,025 кг/га) + Ластик Топ (0,5 л/га). Химический контроль сорняков, обеспечивая существенный рост урожайности озимой пшеницы, не ухудшал показатели качества зерна (массу 1000 зерен, натуру зерна и его стекловидность, содержание клейковины и ее качество).

Osenniy N.G., Ilyin A.V., Tomashova O.L., Veselova L.S.

INFESTATION OF WINTER WHEAT AGROPHYTOCENOSIS AND EFFECTIVENESS OF CHEMICAL CONTROL OF WEEDS IN THE FOOTHILL-STEPPE CRIMEA

According to the results of four-year studies (2016-2019), winter wheat crops in the foothill-steppe Crimea are characterized by a mixed type of infestation with a predominance of dicotyledons (77.9 %) over bluegrass (22.1 %). Under these conditions, a high efficiency of chemical suppression of dicotyledonous weeds, especially the most malicious representatives of *Descurainia sophia* and *Papaver rhoeas*, was established using more technological and effective modern anti-dicotyledonous preparations of *Ballerina* (0.3-0.4 l/ha), *Mortars* (0.025 kg/ha) and *Bombs* (0.025-0.030 kg/ha). However, the excess of the bluegrass weed density above the economic threshold of harmfulness and high efficiency control by graminicide, confirmed the usefulness of the study and the need for joint control of contamination mixtures in a barrel of preparation, in particular *Ballerina* (0.3 l/ha) + *Lastic Top* (0.5 l/ha) and *Bombs* (0.025 kg/ha) + *Lastic Top* (0.5 l/ha). Chemical control of weeds, providing a significant increase in the yield of winter wheat, did not worsen indicators of quality of grain (weight of 1000 grains, nature of grain and its vitreousness, gluten content and quality).

УДК 633.854.54: 631.5

Гонгало А.А.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЛЬНА МАСЛИЧНОГО (LINUM USITATISSIMUM L.) ПРИ ПРЯМОМ И ТРАДИЦИОННОМ ПОСЕВЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН

Целью исследования является установить влияние технологии прямого посева и обработки семян комплексом микробных препаратов на показатели влагообеспеченности льна масличного (*Linum usitatissimum* L.), его продуктивности и качество в условиях недостаточного увлажнения степного Крыма. Исследования проводились на опытном поле ФГБУН «НИИСХ Крыма» в 2017—2019 гг., которое расположено в центральной части степного Крыма в селе Клепинино. Почва опытной делянки – чернозём южный малогумусный на лёссовидных лёгких глинах. Мощность гумусового горизонта не превышает 40 см. Содержание гумуса (по Тюрину) – 2,0 – 2,2 %, подвижного фосфора (по Мачигину) – 4,0 – 4,2 и обменного калия – около 40 мг на 100 г почвы. Климат района проведения эксперимента степной, умеренно-холодный, полусухой, континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,2°C, количество атмосферных осадков – 428 мм, ГТК – 0,8. Схема опыта включала следующие варианты: Фактор А – технология посева: (А1) традиционная (мелкая безотвальная обработка на 10-12 см) – контроль; (А2) прямого посева (без обработки почвы). Технологии посева изучались с использованием обработки семян комплексом микробных препаратов (КМП) фактор В: В1 – контроль (без обработки), В2 – обработка семян КМП. Комплекс микробных препаратов включал: «Ризобифит», «Фосфоэнтэрин» и «Биополитид». В ходе работы выявлено, что выращивание льна масличного по технологии прямого посева способствует накоплению и лучшему сохранению продуктивной влаги в метровом слое почвы за холодный период – 108,6 мм, что превысило традиционную технологию на 12,7 мм (13,2 %). Установлено, что возделывание льна масличного без обработки почвы с использованием КМП, способствует получению более высокого урожая – 0,75 т/га, что больше контроля при прямом посеве на 0,12 т/га (18,0 %), традиционной технологии 0,06 т/га (8,6%) с высоким содержанием масла в семенах.

Gongalo A.A.

PRODUCTIVITY OF LINUM USITATISSIMUM L. GROWN UNDER DIRECT AND TRADITIONAL SEEDING SYSTEMS WITH THE APPLICATION OF SEED INOCULATION

The aim of the research was to establish and evaluate the effect of direct seeding and seed treatment with Complex Microbial Preparation (CMP) on the indicators of moisture availability of *Linum usitatissimum* L., its yield and quality under conditions of insufficient moisture in the steppe Crimea. Field experiments were carried out in 2017-2019 at the trial fields of FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea" located in the central part of the steppe Crimea in the village of Klepinino. Soil – chernozem southern low humic on loess-like light clays. The thickness of the humus horizons does not exceed 40 cm. The humus content (according to Tyurin method) – 2.0-2.2%; mobile phosphorus (according to Machigin method) – 4.0-4.2 mg/100 g of soil; exchangeable potassium – about 40 mg/100 g soil. Climate – steppe, moderately cold, semi-dry, continental. The average annual air temperature – 10.2 °C; the average annual precipitation – 428 mm; Selyaninov Hydrothermal Coefficient (HTC) – 0.8. The experimental design included the following options: Factor A – seeding technology: (A1) traditional (shallow non-moldboard tillage to a depth of 10-12 cm) – control; (A2) direct seeding technology (without disturbing the soil through tillage); Factor B – seed treatment with CMP: (B1) without treatment – control; (B2) treatment with CMP. Complex Microbial Preparation included "Rhizobofit", "Phosphoenterin", "Biopolitsyd". In the course of the research, we revealed that the direct seeding technology contributed to the accumulation and better preservation of productive moisture in one-meter soil layer during the cold

period – 108.6 mm, which exceeded the traditional technology by 12.7 mm (13.2%). The use of CMP in the cultivation of oil flax without tillage (no-till technology) contributed to a higher yield – 0.75 t/ha, which surpassed both control variants – no-till and traditional farming system (without seed inoculation) – by 0.12 t/ha (18.0%) and 0.06 t/ha (8.6%), respectively. Moreover, Complex Microbial Preparation contributed to obtaining seeds with higher oil content.

УДК 631.811.98:634.8.03

Иванченко В.И., Зотиков А.Ю.

**ВЛИЯНИЕ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МИКРОБНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА
ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ОДНОЛЕТНЕГО ПРИРОСТА ПРИВИТЫХ
ВЕГЕТИРУЮЩИХ САЖЕНЦЕВ ВИНОГРАДА**

Целью исследования являлось изучение действия микробных комплексов на основе био-препаратов разной функциональной направленности на развитие однолетнего прироста привитых вегетирующих саженцев винограда. Определялась длина и диаметр побегов, среднее количество листьев на одном саженце, средний диаметр листа, площадь листовой поверхности саженца и массу прироста, на основании полученных данных рассчитывали показатель удельной листовой поверхности и показатели компактности растений. Применение комплекса КМП-1 (Диазофит, Фосфоэнтерин и Биополицид) в разведении 1:10 способствовало достоверному увеличению длины побега: у сорта Аркадия на 26,5 %, у сорта Преображение на 43,4 %. Больше разведение данного комплекса до 1:100 и применение комплекса КМП-2 (Фосфоэнтерин, Биополицид, Аурилл и Азотобактерин), не оказало существенного влияния на показатель длины побега. Величина диаметра побега во всех вариантах опыта отвечала требованиям отраслевого стандарта. Исследуемые стимуляторы повлияли на увеличение однолетнего прироста привитых вегетирующих саженцев винограда не зависимо от сорта. Увеличение площади листовой поверхности, в варианте с КМП-1 в концентрации 1:10 на двух исследуемых сортах превосходил эффект от традиционного стимулятора гетероауксина на 32,3 % (Аркадия) и 23,1 % (Преображение). Увеличение листового аппарата способствовало накоплению сухой массы однолетнего прироста. Увеличение удельной листовой поверхности относительно контроля на сорте Аркадия отмечено в вариантах с гетероауксином и КМП-1 на 40,8 и 19,4 % соответственно, а на сорте Преображение лучшая динамика роста проявляется в варианте с менее концентрированным КМП-1 и КМП-2 в концентрации 1:10 (59,2 и 36,6 % соответственно). Проведенные исследования позволяют сделать вывод, что эффективность КМП-1 в концентрации 1:10 по совокупности показателей однолетнего прироста и листового аппарата, не зависимо от сорта сопоставима с традиционным стимулятором гетероауксин в концентрации 0,02 %.

Ivanchenko V.I., Zotikov A.Yr.

**INFLUENCE OF POLYFUNCTIONAL MICROBIAL COMPLEXES ON THE MAIN INDICATORS
OF GROWTH AND DEVELOPMENT OF ONE-YEAR SHOTS OF GRAFTED VEGETATING GRAPE
PLANTING MATERIALS**

The aim of the study was to study the effect of microbial complexes based on biologics of different functional orientation on the development of annual growth of grafted vegetative grape planting material. The length and diameter of shoots, the average number of leaves, the average leaf diameter, the area of the leaf surface of the seedling and the mass of growth were determined. based on the data obtained, the specific leaf surface index and plant compactness indicators were calculated. The application of a set of CMP-1 (Diazofit, Fosfoenterin and Biopolitsyd) in a 1:10 dilution promoted a significant increase

in shoot length: the varieties Arcadia 26.5 %, varieties Transformation by 43.4 %. Greater dilution of the complex to 1:100 and apply complex CMP-2 (Fosfoenterin, Biopolitsyd, Aurell and Azotobakterin), had no significant effect on the rate of shoot length. The size of the shoot diameter in all variants of the experiment met the requirements of the industry standard. The studied stimulants affected the increase in the annual growth of grafted vegetative grape planting material, regardless of the variety. The increase in the leaf surface area in the variant with CMP-1 at a concentration of 1:10 on the two studied varieties exceeded the effect of the traditional stimulator heteroauxin by 32.3 % (Arcadia) and 23.1 % (Preobrazhenie). The increase in the leaf apparatus contributed to the accumulation of dry mass of annual growth. An increase in the specific leaf surface relative to the control in the Arcadia variety was observed in the variants with heteroauxin and CMP-1 by 40.8 and 19.4 %, respectively, and in the Preobrazhenie variety, the best growth dynamics is shown in the variant with less concentrated CMP-1 and CMP-2 at a concentration of 1:10 (59.2 and 36.6 %, respectively). The conducted studies allow us to conclude that the effectiveness of CMP-1 at a concentration of 1:10 in terms of the aggregate indicators of annual growth and leaf apparatus, regardless of the variety, is comparable to the traditional stimulant heteroauxin at a concentration of 0.02 %.

УДК 633.2

Дударев Д.П., Тарасенко Б.А., Изотов А.М.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ИСПЫТАНИЕ МНОГОЛЕТНИХ ЗЛАКОВЫХ ТРАВ СТЕПНОГО ЭКОТИПА В УСЛОВИЯХ ПРИСИВАШСКОЙ СТЕПИ КРЫМА

Основным фактором, ограничивающим урожайность однолетних и многолетних культур в Присивашном Крыму является влага, ее дефицит ощущается все сильнее с одной стороны связано с прекращением подачи воды по Северо-крымскому каналу и последующему резкому сокращению площади орошаемых земель, а с другой – с природными процессами, ведущими к усилению засушливости климата. Для изучения агробиологических особенностей и оценки продуктивности многолетних злаковых трав в Присивашье Крыма в период с 2015 по 2019 гг. был заложен однофакторный полевой эксперимент. Его задачей было выявить возможность эффективного выращивания многолетних злаковых трав в засушливых условиях региона на темно-каштановых слабосолонцеватых почвах. Для этого на изучение были поставлены наиболее засухоустойчивые злаковые травы: пырей удлиненный (*Elytrigiaelongata*, сорт Ставропольский 10), житняк гребневидный (*Agropyronpectinatum*, биотип) и кострец безостый (*Bromusinermsis*, сорт Таврический). Как показали исследования, в условиях Присивашья наиболее продуктивной культурой, обеспечившей высокий сбор зеленой массы и сухого вещества, оказался пырей удлиненный – 8,81 т/га и 2,73 т/га соответственно. Достоверно уступал пырею продуктивности зеленой массы кострец безостый, в среднем за годы исследования он сформировал урожайность на уровне 8,0 т/га. Наименее продуктивной культурой в условиях Присивашья, за три года исследований оказался житняк гребневидный – 6,14 т/га. При этом, следует отметить, что житняк гребневидный раньше других исследуемых культур трогался в рост и после скашивания образовывал отаву, пригодную для стравливания до наступления устойчивых холодов, что в засушливых условиях Присивашья может положительно влиять на развитие овцеводства, нуждающегося в кормах круглый год. Что касается отавности, то в условиях Присивашья многолетние злаковые травы второго полноценного укоса для получения урожая зеленой массы в годы исследования не формировали.

Dudarev D.P., Tarasenko B.A., Izotov A.M.

ECOLOGICAL TEST OF PERENNIAL CEREAL HERBS OF STEPPE ECOTYPE IN CONDITIONS OF THE PRIVASHY STEPPE OF CRIMEA

Moisture is the main factor limiting the yield of annual and perennial crops in the Prisivashnyy Crimea, its deficit is felt more and more on the one hand due to the cessation of water supply through the North Crimean Canal and the subsequent sharp reduction in the area of irrigated land, and on the other hand, natural processes leading to increased aridity of the climate. To study agrobiological features and assess the productivity of perennial cereal herbs in the Prisivashye of Crimea in the period from 2015 to 2019 a one-factor field experiment was laid. His task was to identify the possibility of effectively growing perennial cereal grasses in the arid conditions of the region on dark chestnut slightly salty soils. To do this, the most drought-tolerant cereal grasses were put on the study: elongated dust (*Elytrigiaelongata*, Stavropol variety 10), crest-shaped chicken (*Agropyronpectinatum*, biotype) and boneless cat (*Bromus inermis*, Taurian variety). According to studies, under the conditions of Prisivashya, the most productive crop, which ensured a high collection of green mass and dry matter, turned out to be an elongated dust - 8.81 t/ha and 2.73 t/ha, respectively. It was reliably inferior to the dust of the productivity of green mass of kostrets, on average over the years of the study it formed a yield at the level of 8.0 t/ha. The least productive culture in the conditions of Prisivashya, for three years of research turned out to be crest-shaped - 6.14 tons/ha. At the same time, it should be noted that the ridge-shaped reed beforehand other studied crops touched growth and, after mowing, formed a waste suitable for release before the onset of stable cold, which in arid conditions, Prisivashya can positively affect the development of sheep breeding, which needs feed all year round. As for hardness, in the conditions of Prishivashya, perennial cereal grasses of the second full-fledged bite to obtain a green mass harvest were not formed during the study years.

УДК 635.757:631.5

Горбунова Е.В., Николашина О.Е.

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ АЗОТОМ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ФЕНХЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО В УСЛОВИЯХ ПРЕДГОРНОГО КРЫМА

Одним из путей повышения расширения ассортимента и качества потребляемых пряно-ароматических растений, является использование новых культур с высокими вкусовыми и лечебными свойствами и продуктов их переработки. К таким растениям относится фенхель обыкновенный - травянистое, многолетнее и ароматическое растение из семейства *Ariaceae*, которое используется для фармацевтических, пищевых, оздоровительных и косметических целей, культивируется в разных частях Ирана и большей части мира. В то же время, несмотря на свои полезные свойства, фенхель обыкновенный на производственных площадях Республики Крым не возделывается, основная причина кроется в не изученности технологии выращивания. В связи с этим, цель исследований - изучение азотного питания фенхеля обыкновенного сорта Мэрсцшор в условиях предгорной зоны Крыма. За годы исследований изучали потребление нитратного азота растениями фенхеля и динамики его содержания в пахотном слое почвы. Проведенные в предгорной зоне Республики Крым исследования показали, что содержание нитратного азота в пахотном почвенном слое снижалось во время вегетационного периода фенхеля обыкновенного. Наиболее значительное снижение концентрации азота в почве зафиксировано в фазу стеблеобразования и цветения, которое соответствует максимальному потреблению азота растениями фенхеля. Азотные удобрения благоприятно влияют на содержание нитратного азота в почве в разных вариантах и на образование урожая фенхеля обыкновенного в условиях предгорной зоны

Крыма. среднефакториальная урожайность составила 21,13 ц/га на участке без удобрений, при внесении азотных удобрений в количестве 30 кг д.в./га урожайность повышалась на 1,77 ц/га (8,4%), при внесении азота 60 кг д.в./га увеличивается на 18,4% (3,89 ц/га), а при фоне питания N90 возрастает на 4,17 ц/га (19,7%).

Gorbunova E.V., Nikolashina O.E.,

NITROGEN AVAILABILITY AND PRODUCTIVITY OF COMMON FENNEL IN THE FOOTHILLS OF THE CRIMEA

One way to increase the range and quality of spicy-aromatic plants consumed is to use new crops with high taste and healing properties and their processing products. Such plants include common fennel – an herbaceous, perennial and aromatic plant from the Apiaceae family, which is used for pharmaceutical, food, health and cosmetic purposes, cultivated in different parts of Iran and most of the world. At the same time, despite its useful properties, ordinary fennel is not cultivated in the production areas of the Republic of Crimea, the main reason lies in the lack of study of cultivation technology. In this regard, the purpose of the research is to study the nitrogen nutrition of fennel of the common variety Mertsishor in the conditions of the foothill zone of Crimea. Over the years, studies have studied the consumption of nitrate nitrogen by fennel plants and the dynamics of its content in the arable soil layer. Studies conducted in the foothill zone of the Republic of Crimea showed that the content of nitrate nitrogen in the arable soil layer decreased during the growing season of common fennel. The most significant decrease in the concentration of nitrogen in the soil was recorded in the stem formation and flowering phase, which corresponds to the maximum nitrogen consumption by fennel plants, nitrogen fertilizers favorably affect the content of nitrate nitrogen in the soil in various versions and positively affect the formation of the common fennel crop in the conditions of the foothill zone of Crimea. the average non-factorial yield was 21.13 c/ha on a site without fertilizers, with the introduction of nitrogen fertilizers in the amount of 30 kg d.v./ha, the yield increased by 1.77 c/ha (8.4%), with the introduction of nitrogen 60 kg d.v./ha increases by 18.4% (3.89 c/ha), and with the background of nutrition N90 increases by 4.17 c/ha (19.7%).

АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 631.674.5

Горобей В.П., Старчиков С.С., Павлов Л.В.

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОСТИ ГЕНЕРАТОРА КАПЕЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ДОЖДЯ

Приведено обоснование конструктивных и геометрических параметров пневмогидравлического устройства получения искусственного дождя для создания необходимых условий образования водно-воздушной струи регулируемой дисперсности, что позволит повысить эффективность полива сельскохозяйственных культур, совмещая химзащиту растений и искусственное дождевание при различных технологиях их выращивания. Разрушение сплошности жидкости в распылителе рассмотрено с учетом параметра ее прочности при взаимодействии гетерогенных фаз воды и воздуха. При этом подача воздуха для распыления жидкости может осуществляться как принудительно, так и эжекцией. Разработанная математическая модель энергоресурсосберегающего устройства получения искусственного дождя для орошения сельскохозяйственных культур выражена в алгоритме расчета геометрических параметров распыляющего устройства. Исходными данными являются давление воды и воздуха на входе дождевателя, необходимый расход воды и коэффициент эжекции. В расчетах учитываются коэффициенты расхода воды и воздуха,

газовая постоянная и температура воздуха. Разрушение сплошности жидкости в распылителе рассмотрено с учётом параметра её прочности при взаимодействии гетерогенных фаз воды и воздуха. При этом подача воздуха для распыления жидкости может осуществляться как принудительно, так и эжекцией. Алгоритм расчета параметров распыливающего устройства дождевателя выполнен и работает в табличном процессоре (EXCEL или WPS) с использованием приведенных математических выражений обоснования основных конструктивно-технологических параметров устройства. По результатам математического моделирования процесса работы пневмогидравлического распылителя получены данные для оптимизации его технологических параметров и конструктивных решений для разработки, изготовления макетного образца устройства и его экспериментальной апробации для получения капель искусственного дождя различной дисперсности.

Gorobey V.P., Starchikov S.S., Pavlov L.V.

EXTENDING THE FUNCTIONALITY OF THE DROP GENERATOR ARTIFICIAL RAIN

A ground over of structural and geometrical parameters of пневмогидравлического device of receipt of artificial rain is brought for creation of necessary terms of formation of water-air stream of the managed dispersion, what efficiency of watering of agricultural cultures will allow to promote, combining химзащиту of plants and artificial overhead irrigation at different technologies of their growing. Destruction of сплошности liquid in a nebulizer is considered taking into account the parameter of her durability at cooperation of dissimilar phases of water and air. Thus the serve of air for dispersion of liquid can come true both force and ejecting. The worked out mathematical model of энепроцесуосберерающего device of receipt of artificial rain for irrigation of agricultural cultures is shown in the algorithm of calculation of geometrical parameters of nebulizing device. Basic data it is been pressure of water and air on the entrance of sprinkler, necessary rate-of-flow and coefficient of ejecting. The coefficients of rate-of-flow and air are taken into account in calculations, gas permanent and temperature of air. Destruction of сплошности liquid in a nebulizer is considered taking into account the parameter of her durability at cooperation of dissimilar phases of water and air. Thus the serve of air for dispersion of liquid can come true both force and ejecting. The algorithm of calculation of parameters of распыливающего device of sprinkler is executed and works in a tabular processor (EXCEL or WPS) with the use of the brought mathematical expressions over of ground of basic structurally-technological parameters of device. On results the mathematical design of process of work of пневмогидравлического nebulizer data are got for optimization of his technological parameters and structural decisions for development, making of model standard of device and his experimental approbation for the receipt of drops of artificial rain of different dispersion.

УДК 631.362.36

Дринча В.М., Филатов А.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕПАРАЦИИ СЕМЯН НА СЕЛЕКЦИОННО-СЕМЕНОВОДЧЕСКОМ ПНЕВМОСОРТИРОВАЛЬНОМ СТОЛЕ

В статье представлены результаты экспериментальных исследований конструктивно-технологических параметров пневматических сортировальных столов небольшой производительности. Исследования проводились на ПСС нагнетательного типа изготовленного в ОАО ГСКБ «Зерноочистка». В качестве семенного материала использовались семена ячменя и пшеницы. Семенные смеси имели кондиционную влажность и включали типичные засорители, встречающиеся в семенах. В процессе проведенных исследований выявлено, что на эффективность сепарации семян оказывает влияние комплекс конструктивных и технологических факторов. Сре-

ди конструктивных параметров наиболее значимыми являются амплитуда и частота колебаний деки, а также углы ее наклона к горизонту и скорость воздушного потока над декой. Технологическими наиболее значимыми факторами являются величина подачи и процентное содержание материала, направляемого в отход. Определен оптимальный режим работы ПСС на семенах ячменя и пшеницы: производительность – около 600...1100 кг/ч, частота колебаний деки – 550 кол/мин, амплитуда колебаний – 6 мм; угол продольного наклона деки – 4,5°, угол поперечного наклона – 1,5°. Материалы исследований могут быть использованы в конструкторских организациях, разрабатывающих машины для подготовки семян и обработки зерна, а также в селекционных учреждениях и с.-х. семенных предприятиях.

Drincha V.M., Filatov A.S.

SEEDS SEPARATION RESEARCH ON SEED BREEDING GRAVITY TABLE

The present article is concerned with experimental studies of the design and technological parameters of gravity tables of small capacity. Investigations were carried out on a pressurized-type GT manufactured at JSC GSKB Zernoochistka. Seeds of barley and wheat were used as origin seed material. The seed mixtures were moisture conditioned and included the typical weeds found in the seed and grain impurities. In the course of the study, it was revealed that on the efficiency of seed separation influences the complex of design and technological factors. Among the design parameters, the most significant are the amplitude and frequency of deck oscillations, as well as the angles of its inclination to the horizon and the air flow velocity above the deck. The most significant technological factors are the capacity of GT and percentage of waste seed material. The following optimal operating parameters of the GT on the seeds of barley and wheat has been determined: capacity - about 600 ... 1100 kg/h, the vibration frequency of the deck - 550 count / min, the vibration amplitude - 6 mm; the angle of the longitudinal inclination of the deck is 4.5°, the angle of the lateral inclination is 1.5°. Study results can be used in design organizations that develop machines for seed preparation and grain processing, as well as in breeding establishments and seed enterprises.

УДК 631.348

Самсонов Ю.В., Догода П.А.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИЙ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ МАШИН ДЛЯ ХИМИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Внесение пестицидов сопровождается потерями, к которым относятся такие как снос капель рабочей жидкости ветром за пределы обрабатываемого участка. Необходимо отметить, что для каждого конкретного случая существует свой оптимальный размер капель, зависящий от многих факторов: вида растения, его состояния, применяемого препарата, погодных условий, интенсивности сноса частиц, рассеивания их в приземном слое атмосферы, испаряемости рабочей жидкости и густоты покрытия листовой поверхности. Чем больше одинаково концентрированных и равновеликих по размеру капель из класса 60-250 мкм попадает в цель, тем меньше требуется сельскохозяйственных ядов, например пестицидов, при том же их токсикологическом эффекте. Процентная доля поверхности, которую необходимо подвергнуть обработке, зависит во многом от технических, химических и биотических факторов. При рекомендованном расходе она должна составлять минимально от 10% до 15%. Известно, что более мелкая капля, даёт большую степень покрытия препаратом растительной поверхности, лучшее держание препарата на ней, проникновение в ткань (слоеная абсорбция) и токсичность действия его на вредные организмы. На нерегулируемом распылителе дисперсность на прямую зависит от рабочего давления, но увеличение

рабочего давления влечет за собой и увеличение расхода рабочей жидкости. С повышением дисперсности распыления увеличивается и снос его воздушными потоками в атмосферу, то есть снижается степень оседания препарата на растения, а отсюда снижается и густота покрытия, а соответственно и эффективность использования препарата. Причинами сноса могут быть технические и метеорологические факторы, такие как: размеры капель, скорость движения, высота штанги, скорость ветра, температура воздуха, влажность воздуха. Данная проблема может быть решена за счет использования распылителей с регулируемым диапазоном режимных параметров.

Samsonov Yu.V., Dogoda P.A.

ANALYSIS OF DESIGNS OF SPRAYERS MACHINES FOR CHEMICAL PLANT PROTECTION

Application of pesticides is accompanied by losses, which include such as the removal of drops of working fluid by the wind outside the treated area. It should be noted that for each specific case, there is an optimal size of drops, depending on many factors: the type of plant, its condition, the drug used, weather conditions, the intensity of particle drift, their dispersion in the surface layer of the atmosphere, the evaporation of the working fluid and the thickness of the leaf surface coating. The more equally concentrated and equally sized drops from the 60-250 microns class hit the target, the less agricultural poisons, such as pesticides, are required, with the same Toxicological effect. The percentage of the surface to be treated depends largely on technical, chemical and biotic factors. At the recommended consumption, it should be at least 10% to 15%. It is known that a smaller drop gives a greater degree of coverage of the plant surface with the drug, better retention of the drug on it, penetration into the tissue (puff absorption) and toxicity of its action on harmful organisms. On an unregulated sprayer, the dispersion directly depends on the working pressure, but an increase in the working pressure also leads to an increase in the flow of the working fluid. As the dispersion of the spray increases, its air flow into the atmosphere also increases, that is, the degree of sedimentation of the drug on the plants decreases, and hence the density of the coating decreases, and, accordingly, the effectiveness of using the drug. The reasons for the demolition may be technical and meteorological factors, such as: the size of the drops, the speed of movement, the height of the rod, wind speed, air temperature, humidity. This problem can be solved by using sprayers with an adjustable range of operating parameters.

УДК 631.33.024.2

Алдошин Н.В., Васильев А.С., Голубев В.В.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОМБИНИРОВАННОГО СОШНИКА ДЛЯ ПОСЕВА КОРМОВЫХ КУЛЬТУР

Эффективная реализация современных адаптивных агротехнологий возделывания кормовых культур требует от науки разработки новых рабочих органов сельскохозяйственных машин, позволяющих создавать высокопродуктивные посева с необходимыми свойствами. Целью работы являлась разработка эффективной конструкции комбинированного сошника для одновременного двухуровневого посева разных кормовых культур, а также проведение его лабораторных исследований. Комплексные лабораторные эксперименты по изучению работоспособности разработанной и изготовленной конструкции комбинированного сошника (патент РФ 199176) были проведены в почвенном канале кафедры технологических и транспортных машин и комплексов Тверской ГСХА с возможностью замены в нем почвы. В качестве объекта обработки использовалась почва дерново-подзолистая легкосуглинистая по гранулометрическому составу. Насыщение почвы канала водой и корневыми остатками для исследования эффективности функционирования сошника проводилось искусственно до заданных уровней: абсолютная влажность – 16, 18, 20,

22 %, количество корневых остатков – 2, 4 и 6 г/дм³. В результате исследований установлено, что наилучшая действенность работы сошника достигается при абсолютной влажности почвы, равной 20%, что обеспечивает близкие к оптимальным значения гребнистости поверхности участка после прохода сеялки, а также снижение энергоемкости посева за счет уменьшения удельного сопротивления рабочего органа. Выявлено, что дисковый нож, клиновидная грудь стойки и режущие кромки рабочих поверхностей сошника по ходу движения в сумме обеспечивают достаточно эффективную работу нового рабочего органа на всех исследуемых фонах наблюдений, что допускает использование разработанного сошника в условиях слабо окультуренных почв кормовых угодий. Вместе с тем, увеличение содержания корневых остатков в почве до 4 г/дм³ способствует в среднем по вариантам повышению удельного сопротивления на 5,7 %, гребнистости на 19,0 %, до 6 г/дм³ соответственно – на 8,0 % и 25,0 %.

Aldoshin N.V., Vasiliev A.S., Golubev V.V.

RESULTS OF LABORATORY STUDIES OF THE COMBINED COULTER FOR SOWING FORAGE CROPS

Effective implementation of modern adaptive agricultural technologies for forage crop cultivation requires science to develop new working bodies of agricultural machines that allow designing highly productive crops with the necessary properties. The aim of the work was to develop an effective design of a combined coultter for simultaneous two-level sowing of different crops, as well as to conduct its laboratory studies. Comprehensive laboratory tests of the efficiency of the developed design of the combined coultter (patent RU199176) were performed on the soil channel of the department of technological and transport machines and complexes of the Tver State Agricultural Academy. According to the classification, the soil of the soil channel is sod – podzolic light loamy in terms of granulometric composition. Saturation of the channel soil with water and root residues to study the effectiveness of the Coultter was carried out artificially to the specified levels: humidity– 16, 18, 20, 22%, the number of root residues is 2, 4 and 6 g/dm³. As a result of research, it was found that the best efficiency of the Coultter is achieved when the absolute soil humidity is equal to 20%, which provides close to optimal values of the ridge surface of the site after the seeder passes, as well as reducing the energy intensity of sowing by reducing the specific resistance of the working body. It is revealed that the disk knife, the wedge-shaped chest of the rack and the cutting edges of the working surfaces along the course of movement in total provide a fairly efficient operation of the new working body on all the studied observation backgrounds, which allows the use of the developed Coultter in conditions of poorly cultivated soils of forage lands. At the same time, an increase in the content of root residues in the soil to 4 g/dm³ contributes to an average increase in resistivity by 5,7 %, ridges by 19.0 %, and up to 6 g/dm³ by 8,0% and 25.0 %, respectively.

УДК 631.515

Бабицкий Л.Ф., Куклин В.А.

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВИБРОМАГНИТНОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО РАБОЧЕГО ОРГАНА

В настоящее время в связи с удорожанием энергоресурсов остро стоит вопрос сокращения энергоемкости обработки почвы при соблюдении агротехнологических требований. Актуальным направлением совершенствования конструкций почвообрабатывающих рабочих органов является использование принципа комплексного виброимпульсного воздействия, сочетающего в себе виброударное механическое и импульсное магнитное воздействие на различные зоны контакта рабочего органа с почвой, с учетом особенностей протекающих в них деформационных

процессов. В статье представлены теоретические предпосылки комплексного виброимпульсного воздействия рабочих органов на почву. Предложена конструкция плоскорезущего почвообрабатывающего рабочего органа с размещенными на носке и по всей ширине захвата лемехов виброударными механизмами, которая приводит к снижению энергоемкости обработки почвы и повышению степени ее крошения. Использование принципа последовательного срабатывания вибромагнитных механизмов, от носка к концам крыльев лап, обеспечивает создание волнообразного движения аналогично движению грудных плавников электрического ската Манта (*Mantabirostris*). Полученные теоретические зависимости позволили обосновать рациональную частоту срабатывания вибромагнитных механизмов в соответствии с фазами деформации и разрушения почвы.

Babitsky L.F., Kuklin V.A.

JUSTIFICATION OF THE PARAMETERS OF THE VIBROMAGNETIC TILLAGE WORKING BODY

At present, in connection with the rise in the cost of energy resources, there is an acute issue of reducing the energy consumption of soil cultivation while observing agricultural technological requirements. An urgent direction of improving the designs of soil-cultivating working bodies is the use of the principle of complex vibration-impulse action, which combines vibro-shock mechanical and pulsed magnetic action on various zones of contact of the working body with the soil, taking into account the peculiarities of deformation processes occurring in them. The article presents the theoretical prerequisites for the complex vibration impulse impact of working bodies on the soil. The design of a flat-cutting soil-cultivating working body with vibro-impact mechanisms placed on the tip and across the entire width of the plowshares, which leads to a decrease in the energy intensity of soil cultivation and an increase in the degree of its crumbling, is proposed. The use of the principle of sequential actuation of vibro-magnetic mechanisms, from the tip to the ends of the wings of the paws, provides the creation of a wave-like movement similar to the movement of the pectoral fins of the electric stingray Manta (*Manta birostris*). The obtained theoretical dependencies made it possible to substantiate the rational frequency of operation of vibromagnetic mechanisms in accordance with the phases of deformation and destruction of the soil.

УДК 664.8.039.51:53.09

Завалий А.А., Рыбалко А.С., Лаго Л.А.

ИМИТАЦИОННАЯ ПОЛУЭМПИРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА СУШКИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ПРИ КОМБИНИРОВАННОМ КОНВЕКТИВНО-ЛУЧИСТОМ ТЕПЛОПОДВОДЕ В УСЛОВИЯХ АТМОСФЕРНОГО И ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ

Разработана имитационная модель процесса сушки высоковлажного сырья при комбинированном подводе теплоты конвекцией и тепловым излучением при различных давлениях окружающей сырьё среды. Целью разработки модели было выявление факторов, существенно влияющих на энергетическую эффективность процесса сушки сырья при комбинированном конвективно-лучистом тепловом воздействии и заданном ограничении на величину температуры сырья в ходе сушки. В рассматриваемой модели принимали, что температура материала по его толщине одинакова и равна температуре поверхности, площадь поверхности материала не изменяется (сырьё не «усыхает»), парогазовую среду рассматривали как смесь сухого воздуха и водяного пара, сырьё рассматривали как композицию сухого вещества и влаги. Показателями эффективности процесса сушки являются удельные затраты энергии и длительность сушки. Потребителями энергии являются устройства конвективного и лучистого нагрева, а также устрой-

ства понижения давления в объёме сушильной камеры. В основе модели лежит эмпирическая зависимость интенсивности испарения влаги от температуры влажного сырья и температуры и влажности окружающей сырьё атмосферы. Модель позволяет реализовывать импульсное воздействие тепловым излучением на сырьё, обеспечивая тем самым заданное значение температуры сырья в ходе сушки. Параметры модели идентифицированы с использованием экспериментальных данных сушки ломтиков яблок в многоярусном шкафом устройстве инфракрасной сушки. Применение модели позволит для заданной предельно допустимой для сырья температуры в ходе сушки выявить взаимосвязи между показателями эффективности процесса сушки (затратами энергии и временем сушки) и определяющими факторами: тепловой мощностью источников теплоты, интенсивностью вентиляции устройства сушки воздухом, степенью понижения давления в устройстве сушки.

Zavaliy A.A., Rybalko A.S., Lago L.A.

SIMULATION SEMI-EMPIRICAL MODEL OF THE RAW MATERIALS DRYING USING COMBINED CONVECTIVE RADIANT HEAT SUPPLY UNDER CONDITIONS OF ATMOSPHERIC AND REDUCED PRESSURE

A simulation model of the drying process of high-humidity raw materials with combined heat supply by convection and thermal radiation at different pressures of the environment surrounding the raw material has been developed. The purpose of the model development was to identify factors that significantly affect the energy efficiency of the raw material drying process under combined convective-radiant heat exposure and a given limit on the raw material temperature during drying. In this model have assumed that a temperature of the material by its thickness the same and equal to the surface temperature, the surface area of the material is not modified (raw material does not "shrink"), steam and gas medium was considered as a mixture of dry air and water vapor, the raw material was considered as the composition of the dry matter and moisture. Indicators of the efficiency of the drying process are the specific energy consumption and duration of drying. Energy consumers are devices for convective and radiant heating, as well as devices for reducing the pressure in the volume of the drying chamber. The model is based on the empirical dependence of the moisture evaporation rate on the temperature of the wet raw material and the temperature and humidity of the atmosphere surrounding the raw material. The model allows you to implement a pulsed effect of thermal radiation on raw materials, thereby providing a set value of the raw material temperature during drying. The model parameters were identified using experimental data for drying Apple slices in a multi-tiered infrared drying Cabinet. Application of the model will allow for a given maximum allowable material temperature during drying to identify the relationship between indicators of efficiency of the drying process (energy consumption and drying time) and determinants: thermal power of heat sources, ventilation device for the drying air, the degree of pressure reduction in the drying device.

ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК 636.4

Соколов В.Г.

КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТОЛСТОЙ КИШКИ ПЕРЕПЕЛОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ПРЕПАРАТА «БИФИДУМБАКТЕРИН» И АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Актуальным и современным направлением научных исследований является разработка и усовершенствование схем применения пробиотиков с учетом особенностей строения и

функционирования органов пищеварения животных. Целью работы является установление клинико-морфологического статуса толстой кишки перепелов при применении пробиотического препарата "Бифидумбактерин" и аскорбиновой кислоты. Использовали зоотехнические, клинические, гематологические, морфологические и расчетно-статистические методы исследования. В результате проведенных исследований выявили особенности морфогенеза и гистологического строения толстого отдела кишечника у перепелов раннего возраста. Определили положительное влияние пробиотического препарата "Бифидумбактерин" и аскорбиновой кислоты на рост перепелов и развитие их толстого кишечника. Применение пробиотического препарата «Бифидумбактерин», особенно в сочетании с аскорбиновой кислотой приводит к повышению живой массы и длины тела перепелов. Использование пробиотического препарата «Бифидумбактерин» способствует ускорению развития стенки толстого кишечника, что подтверждается более интенсивным увеличением массы кишечника и толщины его стенки и приводит к улучшению пищеварения и использования питательных веществ рациона. Разработали дозировку применения пробиотического препарата "Бифидумбактерин" и аскорбиновой кислоты для перепелов 1-56-суточного возраста.

Sokolov V.G.

CLINICAL AND MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE LARGE INTESTINE OF QUAILS WHEN USING THE PROBIOTIC "BIFIDUMBACTERIN" AND ASCORBIC ACID

An actual and modern direction of scientific research is the development and improvement of schemes for the use of probiotics, taking into account the features of the structure and functioning of the digestive organs of animals. The aim of this work is to establish the clinical and morphological status of the large intestine of quails when using the probiotic "Bifidumbacterin" and ascorbic acid. Zootechnical, clinical, hematological, morphological, and computational-statistical research methods were used. As a result of the conducted research, the features of morphogenesis and histological structure of the large intestine in young quails were revealed. We determined the positive effect of the probiotic "Bifidumbacterin" and ascorbic acid on the growth of quails and the development of their large intestines. The use of the probiotic "Bifidumbacterin", especially in combination with ascorbic acid, leads to an increase in the live weight and body length of quails. The use of the probiotic drug "Bifidumbacterin" accelerates the development of the colon wall, which is confirmed by a more intensive increase in the intestinal mass and thickness of its wall and leads to improved digestion and the use of nutrients in the diet. The dosage of the probiotic "Bifidumbacterin" and ascorbic acid for quails of 1-56-day-old age was developed.

УДК[619:616-071:615.355]:636.59

Лукашик Г.В., Саенко Н.В.

ОСОБЕННОСТИ ЭТОЛОГИЧЕСКИХ И КЛИНИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕРЕПЕЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРОБИОТИКА «БИФИДУМБАКТЕРИН» И АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ

Исследовали влияние пробиотика «Бифидумбактерин» и аскорбиновой кислоты на этологические и клинические показатели перепелов белой техасской породы. Объектом исследования были перепела техасской породы, возрастом от 7 до 56 суток, которых разделили на три группы в зависимости от вводимых в рацион пробиотика «Бифидумбактерин» и сочетания пробиотика и аскорбиновой кислоты. Применяли зоотехнические, клинические, гематологические и статистические методы исследования. Установили, что сохранность перепелов как опытных, так и контрольных групп составила 100 %. Колебания показателей температуры, частоты сер-

дечных сокращений и дыхания перепелов как опытных, так и контрольной групп были незначительны и находились в пределах физиологической нормы. Увеличение живой массы перепелов выражено интенсивнее в опытных группах, особенно во второй, которая получала пробиотик «Бифидумбактерин» с аскорбиновой кислотой. Морфологические показатели крови перепелов находились в пределах физиологической нормы, но в крови опытных животных большее количество эритроцитов, лейкоцитов и содержание гемоглобина. Клинические исследования доказывают, что наиболее стабильные показатели среднесуточного прироста у перепелов, получавших в качестве добавки пробиотик «Бифидумбактерин» и аскорбиновую кислоту. У второй опытной группы с 16 по 36 сутки регистрировали наибольший среднесуточный прирост, но уже в последующие возрастные периоды приросты снизились.

Lukashik G. V., Sayenko N. V.

FEATURES OF ETHOLOGICAL AND CLINICAL INDICATORS OF QUAKS WHEN USING PROBIOTIC "BIFIDUMBAKTERIN" AND ASCORBIC ACID

Investigated the effect of the probiotic "Bifidumbacterin" and ascorbic acid on the ethological and clinical parameters of the white Texas quail breed. The object of the research were quails of the Texas breed, aged from 7 to 56 days, which were divided into three groups depending on the probiotic "Bifidumbacterin" introduced into the diet and the combination of probiotic and ascorbic acid. Zootechnical, clinical, hematological and statistical research methods were used. It was found that the safety of quails in both experimental and control groups was 100%. Fluctuations in temperature, heart rate and respiration rates of quails in both the experimental and control groups were insignificant and were within the physiological norm. The increase in the live weight of quails was more pronounced in the experimental groups, especially in the second group, which received the probiotic "Bifidumbacterin" with ascorbic acid. The morphological parameters of the blood of quails were within the physiological norm, but in the blood of the experimental animals there was a greater number of erythrocytes, leukocytes and the content of hemoglobin. Clinical studies prove that the most stable indicators of average daily gain are in quails that received the probiotic Bifidumbacterin and ascorbic acid as an additive. In the second experimental group, from 16 to 36 days, the highest average daily gain was recorded, but already in subsequent age periods the gains decreased.

УДК [619: 616.]:636.7

Сенчук И.В., Солодовник О.С.

ДИАГНОСТИКА ДИЛАТАЦИОННОЙ КАРДИОМИОПАТИИ У СОБАК

Цель работы заключалась в определении наиболее информативных методов диагностики дилатационной кардиомиопатии (ДКМП) у собак. Объектом исследования являлись собаки, больные ДКМП. В цельной крови определяли общее количество эритроцитов, лейкоцитов, тромбоцитов, концентрацию гемоглобина, величину СОЭ, осуществляли выведение лейкограммы при помощи гематологического анализатора Element HT5. При биохимическом анализе сыворотки крови исследовали концентрацию общего белка, общего билирубина, мочевины, креатинина, содержание натрия, калия, общего кальция и хлора с помощью биохимического анализатора BioChem SA. Для уточнения поставленного диагноза животным применяли эхокардиографию (ЭХО-КГ) при помощи УЗИ-сканера – Mindray Z6Vet. У больных собак регистрировали угнетение, повышенную утомляемость, тахикардию, тахипноз, диспноз, цианоз видимых слизистых оболочек на фоне снижения упитанности. Температура тела находилась в границах физиологической нормы. Установили, что у собак при ДКМП выраженных изменений в лейкограмме, concentra-

ции гемоглобина, уровня СОЭ и количестве форменных элементов крови не отмечается. Выявлено незначительное повышение концентрации мочевины, сопровождаемое выраженным ростом уровня кальция. Все исследуемые параметры биохимического анализа крови находились в пределах нормативных значений. При проведении ЭХО-КГ наблюдали увеличение отношения левого предсердия к диаметру аорты. Так, показатель L/A при ДКМП превышал нормативы на 14,3 %. Индекс FS у больных животных был снижен более чем в два раза, в то же время показатель EF имел значение более чем на 28 % от нормы. Также наблюдали увеличение конечного объема левого желудочка в систолу и диастолу (LVVs и LVVd) на 20,6 и 14,8 % соответственно, что является доказательством его дилатации на фоне снижения сократительной способности миокарда.

Senchuk I.V., Solodovnik O. S.

DIAGNOSIS OF DILATED CARDIOMYOPATHY IN DOGS

The aim of this work was to determine the most informative methods for diagnosing dilated cardiomyopathy in dogs. The objects of the study were dogs with dilated cardiomyopathy. In whole blood, the total number of erythrocytes, leukocytes, platelets, the ESR value was determined, the leukogram was deduced using an Element HT5 hematological analyzer. In the biochemical analysis of blood serum, the concentration of total protein, total bilirubin, urea, creatinine, sodium, potassium, total calcium and chlorine using the BioChem SA biochemical analyzer. To clarify the diagnosis, the animals used echocardiography using an ultrasound scanner – Mindray Z6Vet. In sick dogs, depression, increased fatigue, tachycardia, tachypnea, dyspnea, cyanosis of the visible mucous membranes against the background of decreased body condition were recorded. Body temperature was within the physiological norm. It was found that in dogs with dilated cardiomyopathy, there are no pronounced changes in the leukogram, hemoglobin concentration, ESR level and the number of blood cells. A slight increase in the concentration of urea was revealed, accompanied by a pronounced increase in the level of calcium. All the studied parameters of the biochemical blood test were within the standard values. During echocardiography, an increase in the ratio of the left atrium to the aortic diameter was observed. Thus, the L/A index for dilated cardiomyopathy exceeded the standards by 14,3%. The FS index in sick animals was reduced by more than two times, at the same time the EF index was more than 28% of the norm. An increase in the end volume of the left ventricle in systole and diastole (LVVs and LVVd) by 20,6 and 14,8%, respectively, was also observed, which is evidence of its dilation against the background of a decrease in myocardial contractility.

УДК [619:615:616.2-002]:636.22/.28

Мельник В.В., Репко Е.В., Леонова О.Г.

РОЛЬ ИММУНОСТИМУЛЯТОРОВ В ПРОФИЛАКТИКЕ БРОНХОПНЕВМОНИИ У ТЕЛЯТ

Целью наших исследований было изучение действия таких иммуностимуляторов как азоксивет и достим с целью профилактики бронхопневмонии у телят. Для этого были сформированы три группы здорового молодняка (две подопытных и одна контрольная группы) по пять голов в каждой, согласно принципу парных аналогов. Телятам первой группы подкожно инъецировали азоксивет, в дозе 0,25 мг/кг, из расчёта два раза в неделю, курсом пять инъекций. Животным второй (подопытной) группы внутримышечно вводили иммуностимулятор достим в форме водной суспензии, в дозе 3мл/гол., пятикратно, с интервалом в 3 дня. Молодняку контрольной группы иммуностимуляторы не применяли. Состояние здоровья контролировали, применив общепринятые методы клинического обследования животных: осмотр, термометрию,

аускультацию, а также лабораторные методы исследования проб крови (сыворотки) – гематологические и биохимические. Весь цифровой материал был статистически обработан. Полученные нами результаты гематологических исследований свидетельствуют о том, что количество эритроцитов в конце опыта в 1,5 раза было достоверно выше у телят первой подопытной группы ($p < 0,05$) и в 1,3 раза у телят второй группы, по сравнению с контрольной группой животных. Такая же картина наблюдалась и при исследовании содержания гемоглобина: в первой группе этот показатель был выше в 1,5 раза ($p < 0,05$), во второй – 1,3 раза. Количество лейкоцитов почти в 2 раза было ниже у молодняка второй подопытной группы, которым вводили достим с достоверностью ($p < 0,01$); у телят первой группы в 1,6 раза ($p < 0,05$), по сравнению с контрольной группой животных, оставшихся без иммуностимулирования. Это объясняется тем, что у трёх телят из пяти контрольной группы, мы регистрировали острое течение бронхопневмонии при котором, как известно, резко повышается количество лейкоцитов. Показатели иммунологической реактивности клеток крови к концу эксперимента значительно отличались от таковых в контроле. Так, ФА у животных первой группы, на фоне 30,3% в контроле, была в 1,9 раза выше ($p < 0,01$), во второй группе – в 1,7 раза ($p < 0,05$). Фагоцитарный индекс в 3 раза был достоверно выше у животных первой группы ($p < 0,01$) и в 2,6 раза у телят второй группы ($p < 0,05$). Общий белок имел тенденцию к повышению у молодняка контрольной группы, по сравнению с двумя подопытными группами телят. Таким образом, сопоставив все полученные результаты, можно сделать следующие выводы: с целью профилактики бронхопневмонии у телят, необходимо как можно раньше провести иммуностимулирование в раннем возрасте препаратами азоксивет и достим. Только в этом случае мы сможем предотвратить заболевания молодняка и влекущие за собой потери в виде материальных затрат на лечение и возможно, убытки, вследствие недополучения привесов живой массы тела или падежа животных.

Melnik V.V., Repko E.V., Leonova O.G.

ROLE OF IMMUNOSTIMULATORS IN PREVENTION OF BRONCHOPNEUMONIA IN CALVES

The aim of our research was to study the action of such immunostimulants as azoxivet and we do it in order to prevent bronchopneumonia in calves. For this, three groups of healthy young animals were formed (two experimental and one control group), five heads each, according to the principle of paired analogs. Calves of the first group were injected subcutaneously with azoxivet, at a dose of 0.25 mg/kg, twice a week, with a course of five injections. The animals of the second (experimental) group were injected intramuscularly with an immunostimulant in the form of an aqueous suspension, at a dose of 3 ml/bird, five times, with an interval of 3 days. Immunostimulants were not used in young animals of the control group. The state of health was monitored using the generally accepted methods of clinical examination of animals: examination, thermometry, auscultation, as well as laboratory methods for examining blood (serum) samples – hematological and biochemical. All digital material has been statistically processed. The results of hematological studies obtained by us indicate that the number of erythrocytes at the end of the experiment was 1,5 times significantly higher in calves of the first experimental group ($p < 0,05$) and 1,3 times in calves of the second group, compared with the control group of animals. The same picture was observed in the study of the hemoglobin content: in the first group, this indicator was 1,5 times higher ($p < 0,05$), in the second – 1,3 times. The number of leukocytes was almost 2 times lower in young animals of the second experimental group, who were injected with dose with reliability ($p < 0,01$); in calves of the first group, 1,6 times ($p < 0,05$), compared with the control group of animals left without immunostimulation. This is explained by the fact that in three calves from five of the control group, we recorded an acute course of bronchopneumonia in which, as is known, the number of leukocytes sharply increases. By the end

of the experiment, the indices of immunological reactivity of blood cells significantly differed from those in the control. Thus, FA in animals of the first group, against the background of 30,3% in the control, was 1,9 times higher ($p < 0,01$), in the second group – 1,7 times ($p < 0,05$). The phagocytic index was 3 times significantly higher in animals of the first group ($p < 0,01$) and 2,6 times in calves of the second group ($p < 0,05$). The total protein tended to increase in young animals of the control group, compared with the two experimental groups of calves. Thus, comparing all the results obtained, the following conclusions can be drawn: in order to prevent bronchopneumonia in calves, it is necessary to carry out immunostimulation at an early age with azoxivet and dosim preparations as early as possible. Only in this case we will be able to prevent diseases of young animals and entail losses in the form of material costs for treatment and, possibly, losses due to a lack of gain in live weight or death of animals.

Ответственный секретарь – Е. В. Горбунова
Техническое редактирование и верстка – О. Е. Николашина
Перевод – О. А. Клиценко

Подписано в печать 06.11.2019. Формат 70х100/16. Заказ №
Усл. печ. л. 11,44. Тираж 500 экз.

Подписной индекс объединенного каталога «Пресса России» 64972.
Цена 467 руб. Дата выхода в свет

Редакция: Академия биоресурсов и природопользования (структурное подразделение)
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»
295492, г. Симферополь, п. Аграрное
Тел.: +7 (3652) 26-35-21. E-mail: tauridatas@mail.ru; <https://ata.cfuv.ru/>

Отпечатано в управлении редакционно-издательской деятельности
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского»
295051, г. Симферополь, бул. Ленина, 5/7

**Ответственность за точность приведенных данных, фактов, цитат и
другой информации несут авторы опубликованных материалов**