

DOI 10.37279/2413-1946

ISSN 2413-1946



ИЗВЕСТИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ ТАВРИДЫ

TRANSACTIONS OF TAURIDA
AGRICULTURAL SCIENCE

№28 (191) 2021

№ 28 (191), 2021

№ 28 (191), 2021

*Известия
сельскохозяйственной
науки Тавриды*

*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.

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

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

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

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
Korableva 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

Кеньо И.М. Агробиологическая оценка озимого лука в условиях Степного Крыма.....	5
Дементьев Ю.Н. Влияние препарата «Матрица роста» на рост, развитие и урожайность вегетативных луковичек чеснока.....	14
Юдина В.Н., Болдырева Л.Л., Бритвин В.В. Наследование хозяйственно-ценных признаков гибридами F_1 сорго сахарного.....	22
Томашова О.Л., Ильин А.В., Захарчук П.С., Сильченко К.Р., Томашова А.С. Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от длительного возделывания почвопокровных культур в полево-м севообороте при No-till в предгорно-степном Крыму.....	32

АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Соболевский И.В. Исследования качества поверхностной обработки почвы рабочими органами гибко-ударной ротационной бороны в условиях зон рискованного земледелия Республики Крым..	42
Воложанининов С.С., Завалий А.А., Волобуев Д.Д., Воложанинова В.С. Динамика горизонтального ленточного конвейера для сушки семян в конвейерном устройстве обработки семян физическими методами.....	53
Сергеев М.А., Завалий А.А., Ермолин Д.В. Экспериментальное определение характеристик процесса сушки сельскохозяйственного сырья в компактном устройстве динамической инфракрасной сушки	75
Высоцкая Н.Д., Красовский В.В. Исследование напряжений при запрессовке резинометаллического шарнира балансира гусеничного трактора.....	85
Белов А.В. Результаты экспериментальных исследований и эффективность почвообрабатывающих рабочих органов с рычажными виброударными механизмами.....	93

ВЕТЕРИНАРИЯ

Саенко Н.В., Саенко Ю.С. Особенности морфологии полового аппарата самок перепелов при применении пробиотика «Споровит».....	102
Лемещенко В.В., Головченко В.В. Динамика морфометрических показателей печени перепелов в возрастном аспекте.....	112
Лемещенко В.В., Неделюк Т.С. Динамика морфометрии кишечника перепелов в постнатальном онтогенезе.....	118
Полищук С.В., Быченко Д.Д. Ландшафтно-географические и природно-климатические условия для формирования природных очагов лептоспироза в Республике Крым на примере Джанкойского района и Присивашья.....	125
Рефераты	138

Contents

AGRONOMY

Kenyo I.M. Agrobiological assessment of winter onion in the conditions of the Steppe Crimea..5	
Dement'ev Yu.N. Influence of the «Matriza rosta» preparation on growth, development and yield of vegetative garlic bulbs.....14	14
Yudina V.N., Boldyreva L.L., Britvin V.V. Inheritance of agronomic character by hybrids F_1 of sweet sorghum.....22	22
Tomashova O.L., Ilyin A.V., Zakharchuk P.S., Silchenko K.R., Tomashova A.S. Productivity of winter wheat depending on long-term growth of cover crops in field cropped rotation at No-till in pedigot-steppe Crimea.....32	32

AGRO-INDUSTRIAL ENGINEERING

Sobolevsky I.V. Research of the quality of surface tillage working bodies of a flexible-impact rotary harrow in the conditions of risk agriculture in the Republic of Crimea.....42	42
Volozhaninov S.S., Zavaly A.A., Volobuev D.D., Volozhaninova V.S. Dynamics of a horizontal belt conveyor for drying seeds in a conveyor device for processing seeds by physical methods.....53	53
Sergeev M.A., Zavaliy A.A., Ermolin D.V. Experimental determination of the characteristics of the drying process of agricultural raw materials in a compact device for dynamic infrared drying.....75	75
Vysotskaya N.D., Krasovskiy V.V. Research of stress when pressing the rubber-metal joint of the balancer of a crawler tractor.....85	85
Belov A.V. The results of experimental studies and the effectiveness of tillage working bodies with lever vibration shock mechanisms.....93	93

VETERINARY

Saenko N.V., Saenko Yu.S. Features of the morphology of the sexual apparatus of female quails when using the probiotic "Sporovit"102	102
Lemeshchenko V.V., Golovchenko V.V. Dynamics of morphometric indicators of quail liver in the age aspect.....112	112
Lemeshchenko V.V., Nedelyuk T.S. Dynamics of quail intestinal morphometry in postnatal ontogenesis.....118	118
Polishchuk S.V., Bychenko D.D. Landscape-geographical and climatic conditions for the formation of natural foci of leptospirosis in the Republic of Crimea on the example of Dzhankoy district and Prisivashye.....125	125
Abstracts138	138

АГРОНОМИЯ

УДК 635.25 (292.471)

**АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ
ОЦЕНКА ОЗИМОГО ЛУКА В
УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА****AGROBIOLOGICAL
ASSESSMENT OF WINTER ONION
IN THE CONDITIONS OF THE
STEPPE CRIMEA**

Кеньо И.М., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Kenyo I.M., Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor;
Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

В статье приводятся сведения о выращивании, биологическим особенностям, урожайности и товарности пяти изучаемых сортов и гибридам лука репчатого в Степной зоне Крыма. Полученные данные в результате полевых экспериментов позволили определить сроки наступления фенологических фаз, основные биометрические показатели и урожайность изучаемых сортов и гибридов лука репчатого. Проведенные исследования позволяют выделить лучший гибрид лука репчатого для выращивания в Степной зоне Крыма.

Ключевые слова: сорта и гибриды лука репчатого, формирование луковицы, площадь листьев, полегание листьев, урожайность, средняя масса луковицы.

The article provides information on the cultivation, biological characteristics, productivity and marketability of five studied varieties and hybrids of onion in the Steppe zone of Crimea. The data obtained as a result of field experiments made it possible to determine the timing of the onset of phenological phases, the main biometric indicators and the yield of the studied varieties and hybrids of onion. The research carried out allows us to identify the best hybrid of onion for cultivation in the Steppe zone of Crimea.

Keywords: varieties and hybrids of onions, bulb formation, leaf area, leaf lodging, yield, average bulb weight.

Введение. Луковые растения в течение тысячелетий используются человеком в пищу в качестве приправы к различным блюдам в свежем, жареном виде, при солении и мариновании овощей. Употребление их придает вкус пище, способствует лучшему пищеварению, выделению большего количества желудочного сока, повышает усвояемость пищи организмом человека [2, 6].

Луковицы репчатого лука богаты, прежде всего, на сахар и эфирное масло. Углеводы представлены преимущественно глюкозой, фруктозой и сахарозой, другие виды углеводов содержат: пектиновые вещества – 0,5-0,6 %, клетчатку – 0,3-0,6 %, пентозами – 0,4-0,5 % [2]. Особую ценность лука репчатого составляет эфирное масло (12-162 мг%), которое обладает фитонцидными свойствами и придает острый вкус и специфический запах. Фитонциды, которые содержит лук репчатый, успешно подавляют бактерии и грибки, которые могут вызывать у человека различные заболевания.

В Крыму расположено немало санаторно-оздоровительных заведений, а также различных баз туризма и отдыха. Почвенно-климатические условия его идеально подходят для выращивания ранних и холодостойких овощей, в том числе и лука репчатого [4, 5]. В связи с этим выращивание ранней продукции является одним из основных, но далеко не единственным направлением развития сельского хозяйства Республики Крым.

Цель исследований: сравнить и выделить лучший сорт или гибрид озимого лука репчатого для выращивания в условиях степного Крыма.

Материал и методы исследований. Закладка полевого эксперимента по изучению сортов и гибридов озимого лука репчатого проводилась в КФХ «Вертикаль» Первомайского района расположено в степной части Крыма.

Анализируя метеорологические условия за 2017-2019 гг. следует отметить, что наиболее благоприятные температурные условия, были в 2018-2019 году, не только в начальные этапы роста, но и в течение всей вегетации. Почвы в КФХ «Вертикаль» Первомайского района относятся к черноземам южным мицелярно-карбонатным. Данные почвы пригодны для возделывания всех сельскохозяйственных культур, которые районированы в зоне Степи, так же под сады и виноградники [5]. Почвообразующими породами являются красно-бурые и желто-бурые плиоценовые глины.

Механический состав черноземов южных мицелярно-карбонатных легкоглинистый, пылевато-иловатый. Коэффициент дисперсности 2,3-5,6. Валовое содержание азота 0,2-0,3 %, фосфора 0,09-0,16 %, калия 2,3-2,6 %. Гидролизуемого азота содержится 4,5-10,3, подвижного фосфора 0,5-3,0, обменного калия 27-82,4 мг/100 г. Содержание обменного натрия не превышает 2,3-3,6 %.

Полевой эксперимент проводился в 2017-2019 годах. Объектами исследования являлись процессы роста, а также развитие озимого лука репчатого в Степной зоне Крыма. В схеме данного полевого эксперимента использовались семена сортов и гибридов лука: Вольф F₁, Рондо F₁, Сибирь, Свифт, Спай F₁. За контроль был принят гибрид Вольф F₁, который широко выращивается повсеместно в почвенно-климатических условиях данной зоны.

Схема посева озимого лука в полевом эксперименте была взята 12+25+12+25+12+25+12×4 сантиметров, при посеве на глубину 2-2,5 см, при технической колее 1,6 м. Норма высева 1 млн. на гектар [7]. Срок посева в 2017 году 20 августа, а в 2018 году – 21 августа, с четырехкратной повторностью

вариантов опыта. Учетная делянка площадью 12 м² (общая 15 м²). Предшественник – озимые зерновые. После уборки зерновых 15-17 июня поле поддерживали чистым от сорной растительности путем двухкратной культивации в два следа. Основная обработка почвы была выполнена 7 августа с одновременным внесением нитроаммофоски из расчета 300 кг/га, органические удобрения не вносились. В исследованиях применяли гербицид Стомп Профессионал из расчета 2,5 л/га, опрыскиванием почвы до всходов – в фазе “петелька” культуры.

Поливы выполнялись с помощью капельной ленты дважды в неделю в зависимости от погодных условий нормой 350 м³/га, но в дальнейшем со снижением температур поливы проводились реже, а во второй-третьей декаде октября вовсе прекращались. Размещение вариантов методом рендомизированных повторений. Результаты полевого эксперимента обрабатывались методом дисперсионного анализа по Доспехову Б.А. (1985) [1].

Учеты и наблюдения в период полевого эксперимента: 1. Фенологические наблюдения (дата посева, начало всходов, фаза петельки (колена), формирование первых трех листьев, начало формирования луковицы, уборка урожая лука репчатого). 2. Рост и развитие растений (высота растений, количество листьев и их площадь). 3. Учет урожая лука репчатого по делянкам. Уборка проводилась вручную. Полевой эксперимент проводился, согласно методикам и рекомендаций изложенным в «Методике полевого опыта» [1] и в «Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві» [3].

Результаты и обсуждение. Результаты проведенных фенологических наблюдений в 2017-2019 годы исследований, подтверждают вывод, что характер роста растений и их развитие, изменяется в связи с погодными условиями в период выращивания, а также сроков выращивания и сортовых особенностей. Так на период всходов и фазы начального роста растений лука репчатого значительное влияние оказывают не только погодные условия, но и качество подготовки почвы к посеву и посев. Соблюдение оптимальной глубины посева очень важно, так как при чрезмерном заглублении семян, всходы появляются позже и растение более слабое, а при недостаточном заглублении всходы будут изреженные из-за недостатка влаги в верхних слоях почвы. В начальных вазах роста сортовые особенности растений практически не проявлялись.

В годы проведения исследований, семена прорастали по-разному, в 2017 г. семь дней, а в 2018 г. восемь дней (табл. 1). В дальнейшем при формировании листового аппарата уже были отмечены сортовые отличия. Так, в 2017 году первые два листа были сформированы у гибрида Рондо 26 сентября, что на два дня быстрее контрольного гибрида Вольф F₁ – 28 сентября. Гибрид Спай F₁ сформировал первые два листа наравне с контрольным гибридом Вольф F₁. Сорт Свифт самый последний из изучаемых сортов и гибридов формировал первые два листа – 2 октября. Дальнейшая тенденция формирования листового аппарата сохранялась в том же порядке.

Таблица 1. Фенология роста и развития изучаемых сортов и гибридов лука репчатого, 2017-2018 г.

Сорт, гибрид	Посев	Всходы	Формирование листьев			Начало формирования луковицы	Полегание листьев
			2	4	6		
Вольф F ₁ (к)	20.08	27.08	28.09	30.10	22.04	10.05	30.05
Рондо F ₁	20.08	27.08	26.09	25.10	22.04	05.05	25.05
Сибирь	20.08	27.08	30.09	25.10	19.04	27.04	20.05
Свифт	20.08	27.08	02.10	10.11	25.04	18.05	4.06
Спай F ₁	20.08	27.08	28.09	02.11	24.04	12.07	25.05

Наиболее раннее формирование луковицы отмечалось у сорта Сибирь 27 апреля, что на 13 дней раньше, чем у контрольного гибрида Вольф F₁, который начал формировать луковицу 10 мая. Последним приступил к формированию луковицы сорт Свифт 18 мая, что на 8 дней позже контроля. В таком же порядке началось полегание листьев. Уборку сортов и гибридов проводили одновременно 5 июня. В связи с тем, что уборка лука проводилась 5 июня, а у сорта лука Свифт полегание ботвы началось 4 июня, то это одна из возможных причин низкой урожайности данного сорта.

Фенология роста и развития в 2018-2019 гг. отличалась от фенологии 2017-2018 гг., но не значительно (табл. 2). Так, период от посева до всходов в 2018 году составлял 8 дней, а не 7 дней как в 2017 году. По сортам и гибридам различий по всходам, как и в предыдущем году не наблюдалось.

По формированию листового аппарата, как и в предыдущем году различия по сортам и гибридам были заметны. Так, первые два листа раньше всех сформировал гибрид Рондо F₁ 28 сентября, что на два дня раньше, чем контрольный гибрид Вольф F₁ и гибрид Спай, которые сформировали первые два листа 30 сентября. Сорт Свифт сформировал первые два листа самым последним 2 октября.

Таблица 2. Фенология роста и развития изучаемых сортов и гибридов лука репчатого, 2018-2019 гг.

Сорт, гибрид	Посев	Всходы	Количество листьев			Начало формирования луковицы	Полегание листьев
			2	4	6		
Вольф F ₁ (к)	21.08	29.08	30.09	05.11	26.04	13.05	4.06
Рондо F ₁	21.08	29.08	28.09	03.11	28.04	08.05	30.05
Сибирь	21.08	29.08	01.10	29.10	22.04	01.05	22.05
Свифт	21.08	29.08	02.10	20.11	30.04	22.05	8.06
Спай F ₁	21.08	29.08	30.09	08.11	27.04	15.05	31.05

Формирование луковицы быстрее всех началось у сорта Сибирь – 1 мая, что на 12 дней раньше контрольного гибрида Вольф F₁, у которого луковицы начали формироваться 13 мая. Вторым к формированию луковицы приступил гибрид Рондо F₁, что так же раньше контрольного гибрида Вольф F₁ на пять дней. Самым последним формирование луковицы отмечалось у сорта Свифт – 22 мая. Полегание листьев началось в том же порядке, как и формирование луковицы: у сорта Сибирь – на 12 дней раньше, чем у контрольного гибрида Вольф F₁. С разницей в 8 дней полегание листьев началось у гибрида Рондо F₁ – 30 мая. У сорта Свифт полегание отмечалось позже всех, 6 июня, что на два дня позже контроля.

К уборке лука приступили 10 июня, на пять дней позже, чем в предыдущий год исследований.

Исследования в 2017-2019 годах показали, что наиболее важный период для растений озимого лука является период от посева до ухода в подзимний период. Самый главный критерий хорошей перезимовки озимого лука, это количество сформировавшихся листьев. Так, например оптимальным количеством считается 4-5 полноценных листа.

Рост, развитие и репродуктивный потенциал растений тесно взаимосвязан с динамикой накопления органического вещества и его распределения, ассимилированной в результате фотосинтеза. Основным, ассимилирующим солнечную энергию органом растений лука, являются листья. Лук в начальные периоды роста и развития имеет небольшую листовую поверхность, и растения развиваются медленными темпами, но с фазы 5-6 листьев темпы прироста листовой поверхности увеличиваются.

В 2017-2018 годы все изучаемые сорта и гибриды в начальные этапы роста формировали листовую поверхность приблизительно одинаково (рис. 1).

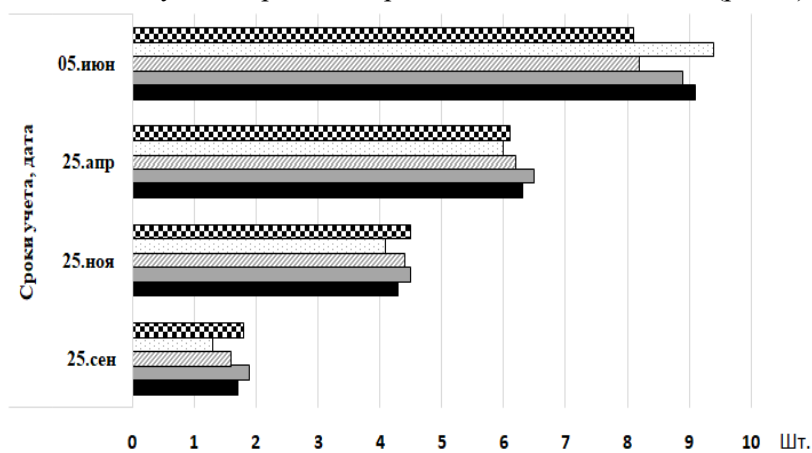


Рисунок 1. Количество листьев изучаемых сортов и гибридов лука репчатого, 2017-2018 гг.

Быстрее всех формировал листовую аппарат гибрид Рондо F₁. Самые слабые темпы роста листового аппарата в начальные этапы были отмечены у сорта

Сибирь. В зимний период все изучаемые сорта и гибриды вступали в фазе 4-5 листьев. К моменту уборки урожая наибольшее количество листьев было зафиксировано у сорта Свифт – 9,4 шт., что превышало количество листьев у контрольного гибрида Вольф F₁ – 9,1 шт. Наименьшее количество листьев было у сорта Сибирь – 8,2 шт., что на 0,9 шт. меньше, чем у контрольного гибрида Вольф F₁.

При рассмотрении данных по количеству листьев за 2018-2019 гг. (рис. 2) видно, что в начальные этапы роста сортов и гибридов не отличались от предыдущего года исследований. Как и в предыдущем сезоне растения ушли в зимний период в фазе 4-5 настоящих листьев.

Весной 2019 года наибольшее количество листьев было у сорта Свифт, а наименьшее у гибрида Спай.

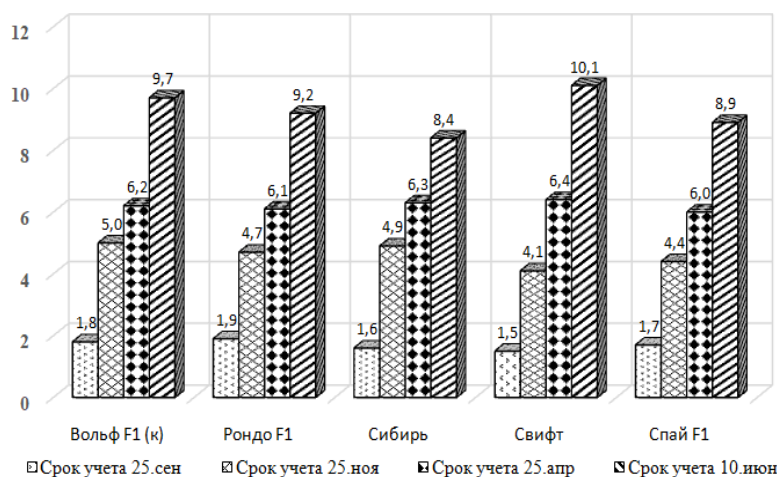


Рисунок 2. Количество листьев изучаемых сортов и гибридов лука репчатого, 2018-2019 гг.

В период уборки урожая наибольшее количество листьев было зафиксировано у сорта Свифт – 10,1 шт., что превышало количество листьев у гибрида Вольф F₁ – 9,7 шт. (контроль). Наименьшее количество листьев было зафиксировано у сорта Сибирь – 8,4 шт., что на 1,3 шт., меньше контрольного гибрида Вольф F₁.

В период технической спелости темпы роста листьев у лука репчатого значительно снижается и начинается процесс оттока питательных веществ из листьев в луковицу и в результате листовой аппарат начинает отмирать.

На момент уборки в 2018 году наибольшая площадь листовой поверхности была зафиксирована у контрольного гибрида Вольф F₁ – 44,2 тыс. м²/га, а наименьшая у сорта Сибирь – 41,4 тыс. м²/га (табл. 3). Ближе всего к контрольному гибриду Вольф по площади листовой поверхности был сорт Свифт – 43,7 тыс. м²/га. В 2019 году так же на первом месте по площади листовой поверхности был контрольный гибрид Вольф F₁ – 45,6 тыс. м²/га., а наименьшая отмечалась у сорта Сибирь – 40,2 тыс. м²/га. Ближе всего по площади листовой поверхности к контролю был гибрид Спай F₁ – 44,7 тыс. м²/га, что на 0,9 тыс. м²/га меньше.

Таблица 3. Площадь листового аппарата перед уборкой изучаемых сортов и гибридов лука репчатого, 2018-2019 гг., тыс. м²/га

Сорт, гибрид	2018 г.	2019 г.	Среднее
Вольф F ₁ (к)	44,2	45,6	44,9
Рондо F ₁	41,6	43,4	42,5
Сибирь	41,4	40,2	40,8
Свифт	43,7	44,1	43,9
Спай F ₁	43,3	44,7	44,0

Анализ полученных данных в среднем за годы исследований по площади листовой поверхности показал, что как и по годам исследований, так и в среднем наибольшая она отмечалась у контрольного гибрида Вольф F₁ – 44,9 тыс. м²/га, на втором месте гибрид Спай F₁ – 44 тыс. м²/га, на третьем и четвертом сорт Свифт – 43,9 тыс. м²/га и гибрид Рондо F₁ – 42,5 тыс. м²/га, соответственно. Наименьшие средние показатели за два года были у сорта Сибирь – 40,8 тыс. м²/га.

Основной критерий агробиологической оценки по каждому сорту и гибриду является их урожайность (табл. 4). Анализируя урожайность сортов и гибридов озимого лука репчатого за 2018 год видно, что достоверно наибольшая урожайность была у гибрида Рондо F₁ и составила 74,3 т/га, что значительно превышает урожайность контрольного гибрида Вольф F₁ у которого она составила 55,4 т/га. У сортов Сибирь и Свифт урожайность ниже контроля и составляла 46,8 т/га – 45,6 т/га, соответственно. Урожайность гибрида Спай F₁ составила 50,2 т/га, что так же ниже контроля.

Наибольшая урожайность в 2019 году так же была получена у гибрида Рондо F₁ и составила – 83,2 т/га. На втором месте по урожайности были гибриды Вольф F₁ – 60,1 т/га и Спай F₁ – 59,7 т/га, разница между контрольным гибридом не превышает НСР. Урожайность сортов Сибирь – 51,4 т/га и Свифт – 49,8 т/га были практически одинаковыми и самыми низкими среди изучаемых сортов и гибридов.

Таблица 4. Урожайность изучаемых сортов и гибридов лука репчатого, 2018-2019 гг.

Сорт, гибрид	Урожайность, т/га			
	2018 г.	2019 г.	среднее	% к контролю
Вольф F ₁ (к)	55,4	60,1	57,7	–
Рондо F ₁	74,3	83,2	78,8	+36,5
Сибирь	46,8	51,4	49,1	-14,9
Свифт	45,6	49,8	47,7	-17,3
Спай F ₁	50,2	59,7	54,9	-4,8
НСР ₀₅ т/га	4,0	2,8	–	–

Как отмечалось по годам, так и в среднем за годы исследований урожайность выше была у гибрида Рондо F_1 – 78,8 т/га, что значительно превышает урожайность контрольного гибрида Вольф F_1 – 57,7 т/га. У гибрида Спай F_1 урожайность отмечалась на уровне 54,9 т/га, что на 2,8 т/га меньше урожайности контрольного гибрида Вольф F_1 , разница в процентном соотношении составила всего 4,8 %. Сорт Сибирь (-14,9 %) и сорт Свифт (-17,3 %) значительно отставали по урожайности от контрольного гибрида Вольф F_1 .

Анализ средней массы луковицы изучаемых сортов и гибридов показал, что наилучшие показатели были у гибрида Рондо F_1 , у которого средняя масса луковицы составила 240 г, что на 25 г выше контрольного гибрида Вольф F_1 (табл. 5). На втором месте по массе луковицы был гибрид Спай F_1 – 221 г, что так же выше контрольного гибрида Вольф F_1 на 6 г.

Самые низкие показатели были отмечены у сорта Свифт – 180 г, что на 35 г ниже, чем у контрольного гибрида Вольф F_1 . У сорта Сибирь средняя масса луковицы практически одинакова с контрольным гибридом Вольф F_1 .

Таблица 5. Показатели товарности изучаемых сортов и гибридов лука репчатого, среднее за 2018-2019 гг.

Сорт, гибрид	Товарность урожая, %	Средняя масса луковицы, г	Количество сухих чешуй, шт.
Вольф F_1 (к)	75,4	215	4
Рондо F_1	77,3	240	3
Сибирь	80,1	213	3
Свифт	68,6	180	2
Спай F_1	76,2	221	4

Количество сухих чешуй у контрольного гибрида Вольф F_1 и гибрида Спай F_1 одинаковое – 4 шт. Гибрид Рондо F_1 и сорт Сибирь имели по 3 шт. сухих чешуй. Наименьшее количество сухих чешуй было у сорта Свифт – 2 шт., это объясняется тем, что у этого сорта на начало уборки отмечалось полегание листьев.

Выводы: 1. Наивысшие показатели по площади листовой поверхности перед уборкой были зафиксированы у контрольного гибрида Вольф F_1 – 44,9 тыс. $m^2/га$, ближе всего по показателям площади листовой поверхности были гибрид Спай F_1 – 44 тыс. $m^2/га$ и сорт Свифт – 43,9 тыс. $m^2/га$. Наименьшие показатели зафиксированы у сорта Сибирь – 40,8 тыс. $m^2/га$.

2. Самая большая средняя урожайность за два года получена у гибрида Рондо F_1 – 78,8 т/га, что превышает среднюю урожайность контрольного гибрида Вольф на 21,1 т/га. А наименьшую урожайность показал сорт Свифт – 47,7 т/га, что может быть связано с более длительным периодом вегетации.

Список использованных источников:

1. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Доспехов Б.А. – М. : Аг-

References:

1. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta / Dospekhov B. A. – М.:

ропромиздат, 1985. – 351 с.

2. Казакова А.А. Культурная флора СССР. – Л: Колос, 1978 – 262 с.

3. Методика дослідної справи в овочівництві і баштанництві / [за ред. Г.Л. Бондаренка і К.І. Яковенка]. – Харків. – 2001. – С. 216–220.

4. Резник Н.Г. Современное состояние и перспективы развития отрасли овощеводства в Крыму / Н.Г. Резник, И.М. Кеньо // Проблемы развития АПК региона. – 2016. – Т. 25. – № 1-1(25). – С. 65-70.

5. Пенюгалов А.В. Климат Крыма / Пенюгалов А.В. – Симферополь: Крымиздат, 1930. – 178 с.

6. Перегудт М.Ф., Крылова М.И., Васецкий В.Ф. Лук. Спутник овощевода. – Симферополь: Таврия, 1972. – С. 47.

7. Шеметун В.И., Антоненко В.Ю. Основные элементы интенсивной технологии выращивания лука репки из семян. //Овощные и бахчевые культуры. – №6. – 1987. – С. 8.

Agropromizdat, 1985. – 351 p.

2. Kazakova A. A. Cultural flora of the USSR. – L: Kolos, 1978 – 262 p.

3. Methodology of the final reference in vegetable and bashtannitstv / [ed. G.L. Bondarenka and K.I. Yakovenka]. – Kharkiv. – 2001. – P. 216-220.

4. Reznik N.G. Status and prospects for growing early vegetable and melon crops and potatoes in the Crimea / N.G. Reznik, I.M. Kenyo // Problems of development of the agro-industrial complex of the region. – 2016. – T. 25. – No. 1-1 (25). – P. 65-70.

5. Penyugalov A.V. Climate of the Crimea / Penyugalov A.V. – Simferopol: Krymizdat, 1930. – 178 p.

6. Peregudt M.F., Krylova M.I., Vasetskii V.F. Onion. Grower's Companion. – Simferopol: Tavria, 1972. – P. 47.

7. Shemetun V. I., Antonenko V. Yu. Basic elements of intensive technology for growing turnip onions from seeds. //Vegetables and gourds. – No. 6. – 1987. – P. 8.

Сведения об авторе:

Кеньо Игорь Михайлович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: kenyo_i_m@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Information about the author:

Kenyo Igor Mihailovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Horticulture and Viticulture of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: kenyo_i_m@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

УДК 635.262:631.547.4

**ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА
«МАТРИЦА РОСТА» НА РОСТ,
РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ
ВЕГЕТАТИВНЫХ ЛУКОВИЧЕК
ЧЕСНОКА**

**INFLUENCE OF THE
«MATRIZA ROSTA»
PREPARATION ON GROWTH,
DEVELOPMENT AND YIELD OF
VEGETATIVE GARLIC BULBS**

Дементьев Ю.Н., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Dement'ev Yu.N., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor,
Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

В работе представлены экспериментальные полевые опыты по влиянию препарата «Матрица роста» на рост, развитие и урожайность вегетативных луковичек чеснока при летнем сроке их посева и получении урожая в начале июля следующего года. Отмечено преимущество растений, обработанных препаратом, в урожайности вегетативных луковичек чеснока по сравнению с другими вариантами.

Ключевые слова: препарат «Матрица роста», чеснок, вегетативные луковички, открытый грунт, летний срок сева, иммунитет, ржавчина чеснока, урожайность.

The paper presents experimental field experiments on the effect of the «Matrizarosta» preparation on the growth, development and yield of vegetative garlic bulbs during the summer period of their sowing and harvesting in early July next year. The advantage of plants treated with the drug in the yield of vegetative bulbs of garlic in comparison with other options is noted.

Key words: «Matriza rosta» preparation, garlic, vegetative bulbs, open ground, summer sowing period, immunity, garlic rust, yield.

Введение. В Крыму чеснок в фермерских и подсобных хозяйствах выращивается в основном из зубков [2]. Однако есть достаточно много сведений, что для обновления и очищения от накапливающихся болезней в луковицах посадочного материала чеснока, используют посев вегетативными луковичками («бульбочками», «воздушками») [5, 6, 8, 9]. Из вегетативных луковичек получают однозубки («однодольный чеснок»), это по сути дела посевной материал первой репродукции. При посадке однозубок уже образуются оздоровленные луковицы чеснока со множеством зубков в зависимости от сорта, это уже вторая репродукция посадочного материала. И чем дольше проводится посадка зубков, тем больше накапливается болезней, чеснок приходится по несколько

раз обрабатывать пестицидами, чтобы сохранять здоровым листовой аппарат, а значит и повышать урожайность культуры. В итоге покупаемый и высаживаемый нами чеснок неизвестно какой репродукции с накопленными различными вирусами, да еще и много раз обработанный инсектицидами.

Наряду с выращиванием луковиц чеснока из зубков, в Крыму есть все возможности получать луковицы чеснока непосредственно из вегетативных луковичек, т.е. из посевного материала первой репродукции, менее зараженной вирусами [2, 3, 4, 5, 6, 8, 9]. Это очень перспективная технология, при которой посев вегетативных луковичек производится летом и уже в июле следующего года мы получаем оздоровленные луковицы чеснока. Поэтому для массового выращивания чеснока из вегетативных луковичек требуется наладить ускоренное и массовое размножение посевного материала.

Целью исследования является изучение в условиях предгорного Крыма нового препарата «Матрица роста», стимулирующего повышение урожайности и получение оздоровленного посевного материала вегетативных луковичек чеснока, а также ограничивающего применение пестицидов при их выращивании.

Материал и методы исследований. Местом проведения исследования является экспериментальный опытный участок кафедры плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», расположенный на границе верхнего и нижнего предгорных агроклиматических районов Крыма.

Объектом исследования является процесс выращивания вегетативных луковичек чеснока.

Опыты проводились по общепринятой методике исследований, описанной Б.А. Доспеховым. Площадь учетной делянки составляла 11,2 м² (2,8м x 4,0 м). Повторность опыта 3-х кратная. Варианты опытов размещали методом рендомизированных повторений. Опыты проводили с сортом «Любаша». Посев проводили вегетативными луковичками по ленточной двустрочной схеме посева (50+20) см с последующей прорывкой до 8-10 см между растениями в ряду. Для получения новых вегетативных луковичек использовали один летний срок сева (25.07) вегетативными луковичками прошлого года.

В опытах изучали 3 варианта обработки растений чеснока, выращиваемых для получения первой репродукции вегетативных луковичек: 1 – контроль (без обработки); 2 – обработка растений препаратом «Матрица роста»; 3 – обработка растений пестицидами.

Подготовку почвы начинали проводить сразу после сбора урожая предшествующей культуры – капусты ранней. Собирали и уничтожали все растительные остатки, на которых могли еще оставаться личинки различных болезней и вредителей. В почву под чеснок органических удобрений не вносили, т.к. под капусту предварительно вносили полуперепревший навоз из расчета 40 т/га и проводили вспашку почвы на глубину 27-30 см. В конце июля, после уборки капусты ранней, проводили дискование, чтобы уничтожить оставшиеся кочерыги,

листья, устранить крупные комки, задержать испарение почвенной влаги.

Чтобы почву держать в чистом состоянии, в середине сентября на участке проводили культивацию на глубину 14-16 см, прикатывали почву. Почву подготавливали с учетом элементов органического овощеводства, высевая сидеральную культуру – рожь. Рожь, в качестве сидерата, хорошо себя показала и на других овощных культурах: она подавляет сорняки, оставляет после себя рыхлое и чистое поле. В начале апреля следующего года проводили дискование сидератов, т.к. рожь начинала вытягиваться в стебель.

По мере отрастания сорняков, поле покрывается зеленой массой и в целях не допустить образования семян сорных растений мы, до посева вегетативных луковичек чеснока в третьей декаде июля, проводили культивацию. Эта обработка почвы была и как предпосевная культивация. Затем обязательным приемом, который мы проводим, является прикатывание почвы. И только после всего готовимся высевать вегетативные луковички чеснока.

Перед посевом проводим калибровку вегетативных луковичек чеснока прошлого года. Для посева отбирали эти «бульбочки» первой репродукции чеснока только крупных и средних размеров. Обязательным условием предпосевной обработки посевного материала, который мы проводили, это протравливание семян. Для этих целей вегетативные луковички обрабатывали препаратом «Максим».

После посева почву снова прикатывали и обрабатывали препаратом Стомп, для сдерживания роста сорняков. После всего этого раскладывали ленту, включали капельное орошение и проводили всходовывызывающий полив из расчета расхода воды 25 м³ на 1 га.

Во время ухода проводили прополки сорняков, рыхление междурядий, подкормку растений азотными удобрениями. Полив проводили с помощью капельного орошения, постоянно поддерживая влажность почвы.

Результаты и обсуждение. Результаты исследований показали, что в условиях орошения, массовые всходы калиброванных вегетативных луковичек чеснока отмечались на 10-12 день после посева. Такому быстрому появлению всходов чеснока способствуют не только повышенные температуры воздуха, но и не в последнюю очередь снижение ночных температур воздуха и почвы с первой декады августа. С этого времени года (первая декада августа) практически на всех овощных растений с утра наблюдается появление росы. Такое снижение ночных температур дает возможность холодостойкому чесноку «отдохнуть» от жары, а утренние росы являются дополнительным поливом для растений. Поэтому этот летний срок сева воздушных луковичек в наших опытах был наилучшим.

Уже в конце сентября на растениях чеснока образуются два, начало третьего настоящего листа.

Для образования крепкого иммунитета у растений чеснока в зимний период, мы в начале декабря по третьему-началу четвертого листа, проводили первую обработку препаратом «Матрица роста». В конце декабря у растений

летнего срока сева не формируются луковицы, а образуются так называемые «карандаши» т.е. совсем небольшое утолщение нижней части стебля.

К началу устойчивого похолодания в январе у растений, выросших из вегетативных луковичек, формируются по 3-4 листа, стебель толщиной 0,6 см, высота растения до развилки листьев составляет 3,7 см, а по верхним листьям 11,5 см.

В зимний период, несмотря на оттепели днем, все же растения до середины марта практически не сформировали новых листьев.

Как показали опыты, в условиях предгорного Крыма, растения чеснока в фазе 3-4-х листьев хорошо переносят нестабильные зимы и весны с возвратными морозами и оттепелями.

С середины марта дневная температура начинает увеличиваться и к началу апреля начинается заметный быстрый рост растений чеснока в высоту, увеличивается листовая пластинка листьев.

В то же время, с потеплением погоды, начинается активный рост и сорной растительности, которая покрывает всю площадь опытных делянок. Поэтому, перед обработкой гербицидом, сначала обрабатываем препаратом «Матрица роста» для усиления иммунитета чеснока, т.к. гербициды угнетают и культурные растения, они долго болеют. И только через неделю, для уничтожения двудольных сорняков, в фазе трех-четырех листьев чеснока, делянки с растениями на опытном поле обрабатываем препаратом Галиган.

К началу мая у растений чеснока формируются по пять-шесть настоящих листьев, начинают появляться цветоносные стрелки. В этот период растения чеснока в третий раз обрабатываем препаратом «Матрица роста» для усиления иммунитета.

На протяжении весны и в период формирования стрелок, растения чеснока повреждают болезни. Неустойчивая погода этого времени года сопровождается высокими температурами днем и еще достаточно прохладными температурами ночью. Кроме того, выпадающие майские дожди с ветрами создают прекрасные условия для распространения болезней и особенно ржавчины. Сильные ветры предгорной зоны Крыма быстро разносят конидии ржавчины. В отдельные годы, без обработок против ржавчины, листья растений на всем контрольном участке, покрывались красно-рыжими налётами, на поврежденных растениях не было ни одного нормального зеленого листа, все они становились сухими, а на кусту формировались небольшие тонкие стрелки с нераскрывшимися зонтиками. Поэтому, для укрепления иммунитета растений чеснока от действия инсектицидов, мы через 10-12 дней после третьей обработки препаратом «Матрица роста», не дожидаясь появления ржавчины, в конце мая проводим четвертую обработку стимулятором.

В отдельные годы из-за холодной весны и перепадов температуры в этот период, в варианте с применением препарата «Матрица роста», повреждаемость растений ржавчиной проявлялась значительно позже и в незначительной степени, которую мы затем в случае сильного поражения быстро уничтожали

обработкой препаратом Ридомилголд.

Растения тех вариантов, которые мы раньше обрабатывали препаратом «Матрица роста», болели в значительно более легкой и меньшей степени. В отдельных случаях все же приходилось обработать и пестицидами, чтобы сохранить листовую аппарат.

Таким образом, с момента появления стрелок в конце мая, их выпрямления и до начала цветения зонтиков, растения дважды обрабатывали препаратом «Матрица роста» с интервалом 2 недели.

Последний раз, пятую обработку препаратом проводили в начале цветения чеснока – в конце июня. Затем у отдельных растений начинает раскрываться соединительный колпачок.

Уборку урожая свежих вегетативных луковичек проводим в середине июля, проводим срез соцветий, стараясь не нарушать зонтики. Проводим взвешивание урожая зонтиков и помещаем их в прохладное место до следующего посева. Таким образом, обработку растений препаратом «Матрица роста» проводили пять раз в течении всей вегетации. Результаты опыта представлены в таблице 1.

Опыты показали, что в контрольном варианте высота растений составляла в среднем 85,6 см, тогда как у растений, обрабатываемых препаратом «Матрица роста», высота растений была практически в два раза выше и составляла 156,8 см. В варианте обработки пестицидами высота растений чеснока также была ниже – 123,1 см. Такая же зависимость отмечена и по толщине стебля. Общее количество листьев также было больше у растений чеснока, обрабатываемых препаратом «Матрица роста» и составляло 12,2 шт. на растении, тогда как в варианте обработки пестицидами 10,3 шт., а в контроле 6,8 шт.

Таблица 1. Биометрические показатели чеснока в зависимости от действия препаратов (на период уборки)

Варианты	Высота растений, см	Толщина стебля, см	Количество листьев, шт	Количество зонтиков, шт
1.Контроль (без обработки)	85,6	0,9	6,8	1,0
2.Обработка «Матрицей роста»	156,8	2,2	12,2	2,8
3. Обработка пестицидами	123,1	1,4	10,3	1,5
НСР 05	6,69	0,17	0,99	0,36

Наиболее заметное действие препарата «Матрица роста» проявляется в увеличении количества зонтиков на растениях. На каждом растении было по 2-3 соцветия. Как видно из таблицы, в среднем по три зонтика было у крупных растений, с большим количеством листьев с более толстым стеблем и высоким стеблем. Мы считаем, что такое увеличение количества зонтиков на растении, это

результат усиления иммунитета растений чеснока от воздействия препарата.

И как итог, урожайность вегетативных луковичек в соцветиях растений, обработанных препаратом «Матрица роста», был наибольшим, по сравнению с другими вариантами, и за два года исследований в среднем составил 7,6 ц/га (табл. 2). Урожайность вегетативных луковичек растений чеснока, в варианте с обработкой пестицидами в течение всей вегетации, был ниже и составила в среднем 4,3 ц /га, а в контрольном варианте всего 0,8 ц/га.

Таблица 2. Урожайность вегетативных луковичек чеснока в зависимости от действия препаратов, ц/га

Варианты	Годы исследований		Средние показатели
	2020	2021	
1.Контроль (без обработки)	0,76	0,84	0,8
2.Обработка «Матрицей роста»	6,9	8,3	7,6
3. Обработка пестицидами	3,7	4,9	4,3
НСР 05	2,6	2,1	-

Выводы:

1. Условия предгорного Крыма являются благоприятными для летнего сева прошлогодних вегетативных луковичек чеснока с целью получения нового посевного урожая вегетативных луковичек.

2. Для посева необходимо использовать сортированный и калиброванный посевной материал, т.к. от некалиброванных семян мы получаем другие результаты.

3. Препарат «Матрица роста» способствует повышению иммунитета у растений чеснока, увеличению биомассы растений, уменьшению заболеваемости и в итоге увеличению урожайности вегетативных луковичек чеснока. Наибольшая урожайность вегетативных луковичек получена от растений, обработанных препаратом «Матрица роста» на протяжении всей вегетации и составила 7,6 ц/га.

4. Обработка препаратом «Матрица роста» способствует повышению иммунитета у растений чеснока и сокращению внесения пестицидов.

Список использованных источников:

1. ГОСТ 33562-2015. Чеснок свежий. Технические условия. – UNECE STANDARD FFV-18:2011, MOD. – М.: Стандартинформ, 2016. – 16 с.

2. Васецкий, В.Ф. Рекомендации

References:

1. GOST 33562-2015 Fresh garlic. Technical conditions. – UNECE STANDARD FFV-18: 2011, MOD. –M.: Standartinform, 2016. – 16 p.

2. Vasetsky V.F. Recommendations for the cultivation of onions and garlic

по выращиванию лука и чеснока в условиях Крыма / В.Ф. Васецкий [и др.] – С.: ВГМИ «Таврия», 2006. – 88 с.

3. Дементьев Ю.Н. Влияние сроков посева воздушных луковичек чеснока на поступление и урожайность однозубок / Ю.Н. Дементьев, М.И. Косюк // Современные технологии: актуальные вопросы, достижения и инновации. – Пенза: МЦНС «Наука и просвещение», 2017. – с. 186-190.

4. Дементьев Ю.Н. Влияние сроков посева воздушных луковичек чеснока на урожайность луковиц в условиях предгорной зоны Крыма / Ю.Н. Дементьев, М.И. Косюк // Достижения вузовской науки 2018: сборник статей III Международного научно-исследовательского конкурса. В 2 ч. Ч. 1.—Пенза: МЦНС «Наука и Просвещение». – 2018. – С. 97-102.

5. Иванова Т. Урожайность луковиц, бульбочек, однозубок озимого чеснока в зависимости от применения многофункциональных удобрений / Т. Иванова, Е. Лекомцева // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2015. – №8. – С. 38-42.

6. Капустина Л. Выращивание стрелкующихся сортов чеснока озимого из воздушных луковиц / Л. Капустина // Овощеводство. – 2012. – №6. – С. 34-37.

7. Капустина Л. Формирование репродуктивных органов чеснока / Л. Капустина // Овощеводство. – 2015. – №10. – С.40-42.

8. Мойсевич, Н. Влияние внекорневой подкормки на урожайность озимого чеснока / Н. Мойсевич // Овощеводство и тепличное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 15-16.

in the conditions of the Crimea / V.F. Vasetsky [and others] – S.: VGMi "Tavria", 2006. – 88 p.

3. Dementyev Yu.N. Influence of the timing of sowing garlic air bulbs on the intake and yield of one-toothed / Yu.N. Dementyev, M.I. Kosyuk // Modern technologies: topical issues, achievements and innovations. – Penza: ICNS "Science and Education", 2017. – P. 186-190.

4. Dementyev Yu.N. The influence of the timing of sowing of garlic bulbs on the yield of bulbs in the conditions of the foothill zone of the Crimea / Yu.N. Dementyev, M.I. Kosyuk // Achievements of University Science 2018: collection of articles of the III International Research Competition. At 2 p.m. 1. – Penza: ICNS "Science and Education". – 2018. – P. 97-102.

5. Ivanova T. Productivity of bulbs, air bulbs, one-clove of winter garlic depending on the use of multifunctional fertilizers / T. Ivanova, E. Lekomtseva // Vegetable growing and greenhouse economy. – 2015. – No. 8. – P. 38-42.

6. Kapustina L. Cultivation of shooting varieties of winter garlic from air bulbs / L. Kapustina // Vegetable growing. – 2012. – №6. – P. 34-37.

7. Kapustina L. Formation of the reproductive organs of garlic / L. Kapustina // Vegetable growing. – 2015. – No. 10. – P. 40-42.

8. Moisevich N. Influence of foliar dressing on the yield of winter garlic / N. Moisevich // Vegetable growing and greenhouse economy. – 2016. – No. 2. – P. 15-16.

9. Pikovskiy M. Harmful diseases of garlic / M. Pikovskiy // Vegetable

9. Пиковский М. Вредоносные болезни чеснока / М. Пиковский // Овощеводство. – 2015. – №10. – С. 32-34.

10. Сыч З. Воздушные луковицы – начало чесночного бизнеса / З. Сыч // Овощеводство. – 2015. – №10. – С. 44-46.

growing. – 2015. – No. 10. – P. 32-34.

10. Sych Z. Air bulbs – the beginning of the garlic business / Z. Sych // Vegetable growing. – 2015. – No. 10. – P. 44-46.

Сведения об авторе:

Дементьев Юрий Николаевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры плодовоощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: 7113178@gmail.com, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Information about the author:

Dementiev Yuri Nikolaevich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of fruit and vegetable growing and viticulture of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: 7113178@gmail.com, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

УДК 633.174

**НАСЛЕДОВАНИЕ
ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ
ПРИЗНАКОВ ГИБРИДАМИ F_1
СОРГО САХАРНОГО**

Юдина В.Н., лаборант;
Инжиниринговый центр «Генетические и клеточные биотехнологии» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского»;
Болдырева Л.Л., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Бритвин В.В., кандидат сельскохозяйственных наук, доцент;
Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

В данной работе отображены материалы по изучению наследования признаков гибридами F_1 сорго сахарного. При помощи коэффициента доминирования определен гетерозис по продолжительности периода «всходы-полная спелость», высоте растений, длине метелки и содержанию сахаров в соке стеблей исследованных образцов. Большого внимания заслуживает изучение сверхдоминирования признаков у гибридов сорго сахарного.

Ключевые слова: сорго сахарное, сорт, наследование, доминирование, гетерозис.

Введение. Гибридизация является сложным процессом по созданию новых форм, основанный на развитии генотипа в условиях района возделывания. В гибридном организме состояния признаков, полученные от родительских форм, могут проявляться в каждом поколении по-разному, при этом проявляется доминантное или рецессивное состояние признака. Поэтому важно установить

**INHERITANCE
OF AGRONOMIC CHARACTER
BY HYBRIDS F_1 OF SWEET
SORGHUM**

Yudina V.N., laboratory assistant;
The Engineering Center «Genetic and Cellular Biotechnologies» of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University";
Boldyreva L.L., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor;
Britvin V.V., Candidate of Agricultural Science, Associate Professor;
Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

In this paper materials on the inheritance of traits by hybrids F_1 of sweet sorghum are displayed. The coefficient of dominance determines heterosis by the duration of the vegetation period, plant height, panicle length, and sugar content in the juice of the stems of the studied samples. The study of trait overdominance deserves great attention in sweet sorghum hybrids.

Keywords: sweet sorghum, variety, inheritance, dominance, heterosis.

наследование признаков в условиях развития растений. Оценка полученных гибридов выражается устойчивостью к стрессовым факторам среды и величиной потенциальной продуктивности к условиям территории возделывания сельскохозяйственной культуры. Согласно исследованиям различных авторов, установлено, что характер наследования признаков определяется генетическими особенностями материала родительских форм и особенностями почвенно-климатических условий района проведения исследований [1, 2, 3, 5, 8].

Одним из крупнейших достижений является получение и широкое распространение гибридных форм растений, характеризующихся выраженным гетерозисным эффектом. Использование высокогетерозисных гибридов способствует увеличению урожайности сельскохозяйственных культур на 10-30 %.

Материал и методы исследований. В течение 2019-2021 гг. нами изучен 101 гибрид сорго сахарного, полученный путем искусственного переопыления стерильных аналогов линий сорго зернового с сортами сорго сахарного различного географического происхождения коллекции Всероссийского института растениеводства им. Н. И. Вавилова и коллекции Института «Агротехнологическая академия» КФУ им. В.И. Вернадского.

Полевые исследования проводили в трехкратной повторности на опытном поле академии. Биометрические замеры проводили перед уборкой урожая. При закладке опытов руководствовались методикой государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1989, 2019), специальными методами полевого опыта (Б.А. Доспехов, 1979, 1985).

В научной литературе часто встречаются результаты, когда значение гетерозиса характеризует коэффициент доминирования (h_r). По его величине определяли наследование изучаемого признака – частичное доминирование ($0 < h_r < 0,5$), полудоминирование ($h_r = 0,5$), неполное доминирование ($0,5 < h_r < 1,0$), доминирование ($h_r = 1,0$) и сверхдоминирование ($h_r > 1,0$) [4, 6, 7, 9].

Результаты и обсуждение. Установлены коэффициенты доминирования по продолжительности вегетационного периода, высоте растений, длине метелки и содержанию сахаров в соке стеблей у гибридов F_1 сорго сахарного.

Наследование продолжительности вегетационного периода. Коэффициент доминирования гибридов сорго по отношению к их родительским формам составил от -0,7 до 7,0. Доминирования у гибридов Бурана 24С x Крымский сладкий и (Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымское 15 при $h_r = 0$ не происходит (табл. 1).

Коэффициент $h_r = 0,4$ характеризует состояние частичного доминирования признака родительских форм у гибридов (Искра 2С x ГОС 11)С x ПНС 2-13 и (Искра 2С x ГОС 11)С x Крымское 15. Полудоминирование проявилось у образца Перспектива 80С x Просвет ($h_r = 0,5$).

Полное доминирование наследования продолжительности вегетационного периода выявлено у форм (Искра 2С x ГОС 11)С x Просвет 1/1, (Искра 2С x ГОС 11)С x Крымский сладкий.

Таблица 1. Наследование длины вегетационного периода (всходы-полная спелость) гибридами F₁ сорго сахарного (2019-2021 гг.)

Название гибрида	Среднее значение лучшего родителя, Р (дней)	Среднее значение обоих родителей, МР (дней)	Среднее значение признака в F ₁ , (дней)	Коэффициент доминирования, hr
Бурана 24С x Просвет 1/1	106	104	103	-0,2
Перспектива 80С x Просвет 1/1	106	102	104	0,5
(Искра 2С x ГОС 11)С x Просвет 1/1	106	102	106	1,0
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Просвет 1/1	106	102	101	-0,2
(Искра 2С x ГОС 11)С x Крымский сладкий	105	101	105	1,0
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымский сладкий	105	101	107	1,5
Бурана 24С x Крымский сладкий	105	103	103	0
Искра 2С x ПНС 2-13	107	103	102	-0,3
(Искра 2С x ГОС 11)С x ПНС 2-13	107	102	104	0,4
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x ПНС 2-13	107	102	108	1,2
Искра 2С x Early Fulgar	108	104	109	1,2
(Искра 2С x ГОС 11)С x Early Fulgar	108	103	109	1,2
Бурана 24С x Early Fulgar	108	105	110	1,6
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымское 15	111	104	104	0
(Искра 2С x ГОС 11)С x Крымское 15	111	104	107	0,4
Искра 2С x Крымское 15	111	105	101	-0,7

Сверхдоминирование (h_r больше 1,0) наблюдалось у пяти гибридов, например, Бурана 24С x Early Fulgar (1,6) и (Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымский сладкий (1,5). Для них характерен более поздний период созревания по отношению к родительским формам.

Следует отметить отцовские компоненты сорго сахарного: Крымский сладкий, Early Fulgar и ПНС 2-13, которые в отдельных скрещиваниях со стерильными аналогами линий сорго зернового дают более позднеспелое потомство по отношению к лучшей родительской форме и среднему значению признака по обоим родителям.

При определении наследования продолжительности вегетационного периода гибридами по отношению к родительским компонентам на основе коэффициента доминирования выявлены формы с частичным доминированием, полудоминированием, доминированием и сверхдоминированием.

Наследование высоты растений. По высоте растений значения h_r менее 0 отображают явление отрицательного доминирования и характеризуют гибриды, как низкорослые по отношению к родительским формам: (Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымский сладкий (-0,5), (Коричневая 11С x ГОС 11)С x ПНС 2-13 (-0,4) и Искра 2С x Крымское 15 (-0,3) (табл. 2).

Частичное доминирование проявилось у (Искра 2С x ГОС 11)С x Крымское 15, Бурана 24С x Крымский сладкий, а полудоминирование у Искра 2С x ПНС 2-13.

Коэффициент h_r у (Искра 2С x ГОС 11)С x Early Fulgar и Искра 2С x Early Fulgar составил 0,6 и 0,8 – образцы обладают неполным доминированием наследования высоты растений.

Эффект сверхдоминирования ($h_r > 1$) наблюдается у Бурана 24С x Early Fulgar, (Коричневая 11С x ГОС 11)С x Просвет 1/1, Перспектива 80С x Просвет 1/1. Следует отметить гибрид (Искра 2С x ГОС 11)С x Просвет 1/1 с наибольшим коэффициентом наследования ($h_r = 21,2$) по высоте растений.

Отцовская форма Просвет 1/1 является перспективной при создании высокогетерозисных гибридов, созданные образцы обладают сверхдоминированием по высоте растений.

Анализируя наследование высоты растений, установлено, что гибриды проявляют частичное доминирование, неполное доминирование и сверхдоминирование, а также отрицательное наследование признака.

Наследование длины метелки. Размер метелки является важным морфо-биологическим параметром для определения видовой и сортовой принадлежности. Для большинства гибридов лучшей родительской формой по данному признаку являются стерильные аналоги линий сорго зернового.

Полное доминирование выявлено у гибрида (Коричневая 11С x ГОС 11)С x ПНС 2-13 – явление полного наследования длины метелки лучшего родителя (МР) (табл. 3).

Таблица 2. Наследование высоты растений гибридами F₁ сорго сахарного (2019-2021 гг.)

Название гибрида	Среднее значение лучшего родителя, Р (см)	Среднее значение обоих родителей, МР (см)	Среднее значение признака в F ₁ , (см)	Коэффициент доминирования, hr
Бурана 24С x Просвет 1/1	144,2	133,4	178,2	4,1
Перспектива 80С x Просвет 1/1	144,2	119,8	148,4	1,2
(Искра 2С x ГОС 11)С x Просвет 1/1	145,4	144,8	157,5	21,2
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Просвет 1/1	155,2	149,7	178,8	5,3
(Искра 2С x ГОС 11)С x Крымский сладкий	196,3	170,9	161,1	-0,4
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымский сладкий	196,3	175,8	164,8	-0,5
Бурана 24С x Крымский сладкий	196,3	159,4	167,8	0,2
Искра 2С x ПНС 2-13	195,3	147,1	170,7	0,5
(Искра 2С x ГОС 11)С x ПНС 2-13	195,3	170,4	151,9	-0,7
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x ПНС 2-13	195,3	175,3	167,2	-0,4
Искра 2С x Early Fulgar	166,2	132,6	159,5	0,8
(Искра 2С x ГОС 11)С x Early Fulgar	166,2	155,8	162,0	0,6
Бурана 24С x Early Fulgar	166,2	144,4	176,7	1,5
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымское 15	203,9	179,6	159,0	-0,8
(Искра 2С x ГОС 11)С x Крымское 15	203,9	174,7	182,5	0,3
Искра 2С x Крымское 15	203,9	174,7	164,5	-0,3

Таблица 3. Наследование длины метелки гибридами F₁ сорго сахарного (2019-2021 гг.)

Название гибрида	Среднее значение лучшего родителя, Р (см)	Среднее значение обоих родителей, МР (см)	Среднее значение признака в F ₁ , (см)	Коэффициент доминирования, hr
Бурана 24С x Просвет 1/1	22,3	18,5	18,6	0
Перспектива 80С x Просвет 1/1	27,9	21,3	24,7	0,5
(Искра 2С x ГОС 11)С x Просвет 1/1	27,4	21,0	16,1	-0,8
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Просвет 1/1	22,3	18,5	18,5	0
(Искра 2С x ГОС 11)С x Крымский сладкий	27,4	26,4	25,1	-1,3
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымский сладкий	25,4	23,8	19,3	-2,9
Бурана 24С x Крымский сладкий	25,4	22,6	22,8	0,1
Искра 2С x ПНС 2-13	27,8	27,1	27,7	0,9
(Искра 2С x ГОС 11)С x ПНС 2-13	27,8	27,6	17,2	-48,1
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x ПНС 2-13	27,8	25,0	27,9	1,0
Искра 2С x Early Fulgar	26,3	25,8	23,8	-3,8
(Искра 2С x ГОС 11)С x Early Fulgar	27,4	26,3	24,4	-1,9
Бурана 24С x Early Fulgar	25,3	23,8	22,3	-1,0
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымское 15	23,3	22,8	21,0	-3,5
(Искра 2С x ГОС 11)С x Крымское 15	27,4	25,3	20,5	-2,3
Искра 2С x Крымское 15	26,3	23,3	20,3	-1,0

Таблица 4. Наследование содержания сахаров в соке стеблей гибридами F₁ сорго сахарного (2019-2021 гг.)

Название гибрида	Среднее значение лучшего родителя, Р (%)	Среднее значение обоих родителей, МР (%)	Среднее значение признака в F ₁ , (%)	Коэффициент доминирования, hр
Бурана 24С x Просвет 1/1	18,5	15,3	11,6	-1,2
Перспектива 80С x Просвет 1/1	18,5	15,0	10,1	-1,4
(Искра 2С x ГОС 11)С x Просвет 1/1	18,5	15,5	16,6	0,4
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Просвет 1/1	18,5	15,8	17,8	0,8
(Искра 2С x ГОС 11)С x Крымский сладкий	17,8	15,1	11,8	-1,3
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымский сладкий	17,8	15,4	14,9	-0,2
Бурана 24С x Крымский сладкий	17,8	14,9	13,5	-0,5
Искра 2С x ПНС 2-13	18,1	15,1	15,3	0,1
(Искра 2С x ГОС 11)С x ПНС 2-13	18,1	15,3	9,8	0
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x ПНС 2-13	18,1	15,6	13,6	-0,8
Искра 2С x Early Fulgar	15,4	13,7	14,4	0,4
(Искра 2С x ГОС 11)С x Early Fulgar	15,4	14,0	12,3	-1,1
Бурана 24С x Early Fulgar	15,4	13,8	17,9	2,5
(Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымское 15	15,6	14,3	10,4	-3,0
(Искра 2С x ГОС 11)С x Крымское 15	15,6	14,1	9,6	-2,9
Искра 2С x Крымское 15	15,6	13,8	10,6	-1,8

Неполное доминирование ($h_p = 0,9$) прослеживается у Искра 2С x ПНС 2-13, а полудоминирование ($h_p = 0,5$) у Перспектива 80С x Просвет 1/1. Выявлен образец с частичным доминированием наследования длины метелки: Бурана 24С x Крымский сладкий.

Большинство форм проявили отрицательное наследование длины метелки, размер метелки у гибридов меньше, чем у родительских форм, например, Искра 2С x Early Fulgar, (Искра 2С x ГОС 11)С x Early Fulgar, (Искра 2С x ГОС 11)С x Просвет 1/1, (Искра 2С x ГОС 11)С x ПНС 2-13.

Наследование содержания сахаров в соке стеблей. Одним из основных направлений использования сорго сахарного является производство сахара и спирта из сока стеблей. Изучение наследования признака способствует дальнейшим селекционным исследованиям, направленным на создание высокосахаристых форм сорго сахарного (табл. 4).

Отрицательное значение коэффициента наследования ($h_p = -3,0 \dots -0,2$) у гибридов (Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымское 15, (Искра 2С x ГОС 11)С x Крымское 15, (Искра 2С x ГОС 11)С x Крымский сладкий, (Коричневая 11С x ГОС 11)С x ПНС 2-13, (Коричневая 11С x ГОС 11)С x Крымский сладкий.

Частичное доминирование проявили гибриды Искра 2С x Early Fulgar, Искра 2С x ПНС 2-13, (Искра 2С x ГОС 11)С x Просвет 1/1.

Выводы.

1. Анализ наследования длины вегетационного периода показал, что большинство гибридов F_1 проявили гетерозис по этому признаку, т.е. продолжительность периода «всходы – полная спелость зерна» у гибридов был длиннее по сравнению с их родительскими компонентами. И только у отдельных гибридных комбинациях наблюдалось частичное доминирование или же отрицательное доминирование.

2. Эффект сверхдоминирования по признаку «высота растений» отмечаем у группы гибридов, где за отцовский компонент взята линия Просвет 1/1, а также у гибридной комбинации Бурана 24С x Early Fulgar ($h_p = 1,5$). У остальных гибридов гетерозис был отрицательный или же незначительный.

3. Наследование содержания сахаров в соке стеблей гибридами F_1 (в качестве материнских форм брались линии с низким содержанием сахаров в соке стеблей, а в качестве отцовских форм – высокосахаристые линии сорго сахарного) происходило по принципу отрицательного доминирования, частичного доминирования и неполного доминирования. И только у гибридной комбинации Бурана 24С x Early Fulgar коэффициент наследования составил 2,5. Таким образом, использование гибридизации для создания высокосахаристых гибридов сорго сахарного с использованием в качестве материнских форм несладких форм сорго неэффективно.

Список использованных источников:

1. Асеева Т.А. Наследование основных хозяйственно ценных признаков гибридами ярового тритикале

References:

1. Aseeva T.A. Inheritance of the main economically valuable traits by hybrids of spring triticale F_1 in the

- F_1 в условиях Среднего Приамурья / Т.А. Асеева, К.В. Зенкина // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 4 (48).
2. Багавиева Э.З. Селекционная ценность сортов и гибридов яровой мягкой пшеницы в условиях Среднего Поволжья / Э.З. Бавгиева: Дис....канд. с.-х. наук: 06.01.05. – Пенза, 2011. – 179 с.
3. Болдырева, Л.Л. Наследование основных количественных признаков гибридами F_1 сорго сахарного / Л.Л. Болдырева, В.В. Бритвин // Научные труды Южного филиала Национального университета биоресурсов и природопользования Украины «Крымский агротехнологический университет». Серия: Сельскохозяйственные науки. – 2012. – № 149. – С. 77-80.
4. Брюбейкер Д.Ж. Сельскохозяйственная генетика / Д.Ж. Брюбейкер. – М: Колос, 1966 – С. 237.
5. Гуляев Г.В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г.В. Гуляев, Ю.Л. Гужов. – Москва : Агропромиздат, 1987. – 447 с.
6. Дзюба В.А. Многофакторные опыты и методы биометрического анализа экспериментальных данных / В.А. Дзюба. – Краснодар, 2007. – 76 с.
7. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений / А.А. Жученко. – Москва, 2001. – С. 808.
8. Заушинцена А.В. Изменчивость и характер наследования признаков крупности и пленчатости зерна овса / А.В. Заушинцена, К.В. Легощин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2011. – №4. – С.16-19.
9. Griffing B. Generalized treatment of the use of diallel crossis conditions of the Middle Amur region / Т.А. Aseeva, К.В. Zenkina // Far Eastern Agrarian Bulletin. – 2018. – No. 4 (48).
2. Bagavieva E.Z. Breeding value of varieties and hybrids of spring soft wheat in the conditions of the Middle Volga region / E.Z. Bavgieva: Dis. .. .cand. agricul. Sciences: 06.01.05. – Penza, 2011. – 179 p.
3. Boldyreva L.L. Inheritance of the main quantitative traits by F_1 hybrids of sugar sorghum / L.L. Boldyreva, V.V. Britvin // Scientific works of the Southern Branch of the National University of Bioresources and Nature Management of Ukraine "Crimean Agrotechnological University". Series: Agricultural sciences. – 2012. – No. 149. – P. 77-80.
4. Brubaker D.J. Agricultural genetics / D. J. Brubaker. – M: Kolos, 1966. – P. 237.
5. Gulyaev G.V. Breeding and seed production of field crops / G.V. Gulyaev, Yu.L. Guzhov. – Moscow: Agropromizdat, 1987. – 447 p.
6. Dzyuba V.A. Multifactorial experiments and methods of biometric analysis of experimental data / V.A. Dzyuba. – Krasnodar, 2007. – 76 p.
7. Zhuchenko A.A. Adaptive plant breeding system / A.A. Zhuchenko. – Moscow, 2001. – P. 808.
8. Zaushintsen A.V. Variability and nature of inheritance of signs of coarseness and filminess of oat grain / A.V. Zaushintsen, K.V. Legoshchin // Bulletin of the Altai State Agrarian University. – 2011. – No. 4. – P.16-19.
9. Griffing B. Generalized treatment of the use of diallel crossis in guantative inheritame / B. Griffing //

in quantitative inheritance / V. Griffing // Heredity. – 1956. – № 10. – P. 31-50.
Heredity. – 1956. – № 10. – P. 31-50.

Сведения об авторах:

Юдина Виктория Николаевна – лаборант Инжинирингового центра «Генетические и клеточные биотехнологии» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail viktoryia93@mail.ru, 295007, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, проспект Академика Вернадского, 4, ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Болдырева Любовь Леонидовна – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия и растениеводства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail bold.1958@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Бритвин Виктор Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры земледелия и растениеводства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail viktorbritvin@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Information about authors:

Yudina Viktoriya Nikolaevna – laboratory assistant of the Engineering Center "Genetic and Cellular Biotechnologies" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail viktoryia93@mail.ru, FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Vernadsky Ave., 4, Simferopol, Republic of Crimea, 295007, Russia.

Boldyreva Ljubov Leonidovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of agricultural and plant-grower of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: bold.1958@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Britvin Viktor Viktorovich – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of Department of agricultural and plant-grower of the Institute "Agrotechnological Academy" FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail viktorbritvin@mail.ru, 295492, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

УДК 633.15:631.559(470)

**ПРОДУКТИВНОСТЬ
ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ
В ЗАВИСИМОСТИ
ОТ СОЧЕТАНИЯ
ПОЧВОПОКРОВНЫХ
КУЛЬТУР В ПОЛЕВОМ
СЕВООБОРОТЕ И NO-TILL В
ПРЕДГОРНО-СТЕПНОМ
КРЫМУ**

**PRODUCTIVITY
WINTER WHEAT
IN DEPENDENCE
FROM THE COMBINATION
GROUNDCOVER
CROPS IN THE FIELD
CROP ROTATION AND NO-TILL
IN THE FOOTHILL-STEPPE
CRIMEA**

Томашова О.Л., кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник;

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

Захарчук П.С., аспирант;

Сильченко К.Р., студент;

Томашова А.С., студент

Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

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

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

Zakharchuk P.S., postgraduate student;

Silchenko K.R., student;

Tomashova A.S., student;

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

Представлены результаты научных исследований эффективности почвопокровных культур в севообороте по системе No-till в предгорно-степном Крыму. Доказано, что на фоне технологии no-till, используемой в севообороте, почвопокровные культуры, как по отдельности, так и в смесях, проявляют неодинаковое влияние на отдельные показатели. Таким образом, в посевах почвопокровных культур были отмечены не только культурные растения, но и сорняки и падалица предшественника. Варианты почвопокровных культур и их смесей, возделываемые в севообороте, оказали положительное влияние на подавление численности и

The results of scientific studies of the effectiveness of groundcover crops in crop rotation in the No-till system in the foothill-steppe Crimea are presented. It is proved that against the background of the no-till technology used in crop rotation, groundcover crops, both individually and in mixtures, show unequal influence on individual indicators. Thus, in the crops of groundcover crops, not only cultivated plants were noted, but also weeds and carrion of the predecessor. The variants of groundcover crops and their mixtures cultivated in the crop rotation had a positive effect on the suppression of the number and mass of weed vegetation. This effect was reliably observed on the

массы сорной растительности. Этот эффект достоверно наблюдался на вариантах Озимый рапс + Вика; Овес; Редис; Овес + Редис + Вика. Урожайность озимой пшеницы была одинаковой на всех вариантах почвопокровных культур, что может быть объяснено коротким периодом после прекращения вегетации почвопокровных культур и недостаточным биологическим эффектом.

Ключевые слова: покровные культуры, севооборот, смесь покровных культур, урожайность, озимая пшеница.

variants Winter rapeseed + Vetch; Oats; Radish; Oats + Radish + Vetch. The yield of winter wheat was the same on all variants of groundcover crops, which can be explained by a short period after the termination of vegetation of groundcover crops and insufficient biological effect.

Key words: cover crops, crop rotation, a mixture of cover crops, yield, winter wheat.

Введение. Ноу-тилл с применением мульчи и возделыванием покровных культур, как один из методов улучшения агроэкосистемы, привлекает к себе все больше внимания. В зависимости от вида покровных культур, борьба с сорняками достигается с помощью снижения доступа света, конкуренции за питательные вещества и аллелопатии некоторых культур [1, 2, 3].

Аналогичным образом, включение покровной культуры в систему возделывания является источником органического вещества, получаемого из биомассы, что усиливает биологическую активность и впоследствии улучшает качество почвы [4, 5].

Материал и методы исследований. Исследования по изучению эффективности выращивания промежуточных почвопокровных культур при возделывании их в различных смесях проводились на опытном поле Института «Агротехнологическая академия» Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского в 4-польном севообороте со следующим чередованием культур:

- 1) горох
- 2) озимая пшеница + промежуточные культуры (почвопокровные)
- 3) кукуруза
- 4) озимый ячмень+ промежуточные культуры (почвопокровные)

В пожнивном посеве изучались разные комбинации почвопокровных культур:

1. Система No-till + Оз. рожь пожнивный почвопокровный посев;
2. Система No-till + Оз. рапс пожнивный почвопокровный посев;
3. Система No-till + Оз. вика пожнивный почвопокровный посев;
4. Система No-till + Оз. рожь + Оз. рапс пожнивный почвопокровный посев;
5. Система No-till + Оз. рожь + Вика пожнивный почвопокровный посев;
6. Система No-till + Оз. рапс+ Вика пожнивный почвопокровный посев;

7. Система No-till + Оз. рожь+ Оз. рапс+ Вика пожнивный почвопокровный посев;
8. Система No-till + Овес пожнивный почвопокровный посев;
9. Система No-till + Редька пожнивный почвопокровный посев;
10. Система No-till + Овес + Редька пожнивный почвопокровный посев;
11. Система No-till + Овес + Вика пожнивный почвопокровный посев;
12. Система No-till + Редька + Вика пожнивный почвопокровный посев;
13. Система No-till + Овес + Редька+ Вика пожнивный почвопокровный посев;
14. Система No-till + пожнивный почвопокровный посев смеси из 5 культур (кукуруза+горох+лен+подсолн+просо);
15. Система No-till + пожнивный почвопокровный посев смеси из 8 культур (кукуруза+горох+лен+подсолн+просо+редька+горчица+вика);
16. Система No-till + пожнивный почвопокровный посев смеси из 11 культур (кукуруза+горох+лен+подсолнечник+просо+редька+горчица+вика+суданская трава+чечевица+гречиха)
17. Система No-till + пожнивный почвопокровный посев смеси из 13 культур (кукуруза + горох + лен + подсолнечник + просо + редька + горчица + вика + суданская трава + чечевица + гречиха + овес + донник);
18. Система No-till без почвопокровного посева (Контроль – №1);
19. Традиционная система обработки почвы без почвопокровного посева (Контроль – №2).

Площадь элементарной делянки 150 м² (25 м х 6 м). Повторность опыта 3-кратная. Озимая пшеница – сорт Надор. Посев основных и промежуточных почвопокровных проводился сеялкой прямого сева Жерарди G-114.

В годы проведения опытов (2020-2021 гг.) масса покровных растений, в том числе и сорных, определялась весовым методом. Урожайность озимой пшеницы определялась поделяночным учетом селекционным комбайном SR 2010.

Результаты и обсуждение. Использование почвопокровных культур увеличивает разнообразие и интенсивность севооборотов. Ключевая роль промежуточных культур – это обогащение почвы органическим веществом, мобилизация труднодоступных форм фосфора и калия, улучшение водно-физических свойств почвы, что может быть достигнуто путем освоения межвидового агрофитоценоза.

Почвопокровными культурами в севообороте были не только культурные растения и их смеси, высеваемые согласно схемы опыта. Но к числу почвопокровных культур можно также отнести и произрастающие на участке сорные растения и падалица озимых колосовых культур. В этой связи, мы провели анализ массы разных почвопокровных культур за 2-летний период (табл. 1).

Таблица 1. Масса почвопокровных культурных, сорных растений и падалицы в промежуточном посеве, 2020-2021 гг.

№ п/п	Вариант	Масса почвопокровных культурных растений, ц/га	Масса сорных растений, ц/га	Масса растений падалицы, ц/га	Общая масса растений, ц/га
1	Оз. Рожь	9,4	7,7	3,7	20,8
2	Оз. Рапс	32,7	2,7	1,6	37,0
3	Вика	3,2	8,5	4,0	15,7
4	Оз. рожь+ Оз. рапс	36,1	4,6	1,6	42,3
5	Оз. Рожь+ Вика	6,5	9,7	4,3	20,5
6	Оз. Рапс+ Вика	36,8	4,9	2,3	44,0
7	Оз. Рожь+ Оз. Рапс+ Вика	32,7	4,5	2,6	39,8
8	Овес	55,1	13,3	1,8	70,2
9	Редька	64,8	2,0	0,9	67,7
10	Овес + Редька	56,2	5,7	2,1	64,0
11	Овес + Вика	25,1	2,6	2,6	30,3
12	Редька + Вика	44,9	7,9	1,0	53,8
13	Овес+редька+Вика	113,7	3,5	1,6	118,8
14	Смесь из 5 культур	33,7	5,8	0,9	40,4
15	Смесь из 8 культур	91,5	4,9	1,4	97,8
16	Смесь из 11 культур	50,0	4,0	2,2	56,2
17	Смесь из 13 культур	84,3	5,9	0,5	90,7
18	Система No-till без почвопокровного посева (Контроль – №1)	0,0	20,6	2,2	22,8
19	Традиционная система обработки почвы без почвопокровного посева (Контроль – №2)	0,0	18,6	5,5	24,1
НСР ₀₅		21,3 ц/га	5,9 ц/га	1,9 ц/га	38,3 ц/га

Как показали исследования наибольшая общая масса почвопокровных отмечалась на вариантах 13, 15 и 17. Это связано, прежде всего, с тем, что на этих ва-

риантах была получена наибольшая масса культурных почвопокровных растений. Так, например, на 13 варианте процент культурных растений в общей массе почвопокровных составлял 95,7 %, на 15 варианте – 93,6 % и на 17 варианте – 92,9 %.

При этом отмечались также варианты, на которых масса культурных растений была наименьшей, что в общей биомассе почвопокровных приводило к достоверно отрицательным результатам. Это варианты 1, 3 и 5. Соответственно, процентное соотношение составило 45,2; 20,4 и 31,7 %.

Следует отразить тот факт, что анализируемая масса как культурных растений, так и сорняков и падалицы, напрямую зависела от их количества в агрофитоценозе (табл. 2).

Таблица 2. Количество почвопокровных культурных, сорных растений и падалицы в промежуточном посеве, 2020-2021 гг.

№ п/п	Вариант	Количество покровных культурных растений, шт/м ²	Количество сорных растений, шт/м ²	Количество растений падалицы, шт/м ²	Общее количество растений на делянке, шт/м ²
1	Оз. рожь	16,3	22,2	23,9	62,4
2	Оз. рапс	42,5	12,0	16,6	71,1
3	Вика	17,4	16,8	24,1	58,3
4	Оз. рожь + Оз. рапс	32,0	7,9	12,7	52,6
5	Оз. рожь + Вика	24,4	16,2	30,5	71,1
6	Оз. рапс + Вика	46,7	9,4	24,7	80,8
7	Оз. рожь + Оз. рапс + Вика	27,4	14,0	22,0	63,4
8	Овес	38,4	16,8	19,6	74,8
9	Редька	45,7	4,0	8,8	58,5
10	Овес + Редька	19,6	9,1	14,0	42,7
11	Овес + Вика	21,5	10,7	27,9	60,1
12	Редька + Вика	25,0	9,7	8,4	43,1
13	Овес + Редька + Вика	50,4	8,2	11,1	69,7
14	Смесь из 5 культур	39,1	9,0	14,5	62,6
15	Смесь из 8 культур	34,5	7,7	8,7	50,9
16	Смесь из 11 культур	30,8	11,5	13,7	56
17	Смесь из 13 культур	43,6	10,4	6,4	60,4
18	Система No-till без почвопокровного посева (Контроль – №1)	0,0	31,9	10,2	42,1

Продолжение таблицы 2

19	Традиционная система обработки почвы без почвопокровного посева (Контроль – №2)	0,0	34,1	34,4	68,5
НСР ₀₅		25,4 шт/м ²	11,7 шт/м ²	10,3 шт/м ²	39,8 шт/м ²

Наибольшее количество культурных почвопокровных растений произрастало на вариантах 2, 6, 9, 13 и 17. Этот факт способствовал и тому, что на данных вариантах общая численность всех видов почвопокровных растений была максимальной – 59,8; 57,8; 78,1; 72,3 и 72,2 соответственно. Таким образом, можно отметить, что культурные растения обеспечивали на этих вариантах наибольший аллелопатический эффект и угнетали сорные растения и падалицу.

Биология растений на некоторых вариантах и их конкуренция в биоценозе за биотические факторы, в частности свет, привела к тому, что высота культурных почвопокровных растений варьировала по вариантам (рис. 1). Так, наибольшая высота культурных растений за 2-летний период исследований отмечалась на варианте 8 (Овес) – 36,6 см. При этом наибольшее угнетении сорняков биологической массой культурных почвопокровных было на варианте 15 (Смесь из 8 культур) – 8,4 см высота сорняков при средней высоте культурных растений – 32,5 см. Без возделывания культурных почвопокровных растений в системе No-till (вариант 18) численность сорных растений была выше среднего значения по опыту и достигала 18,2 см.

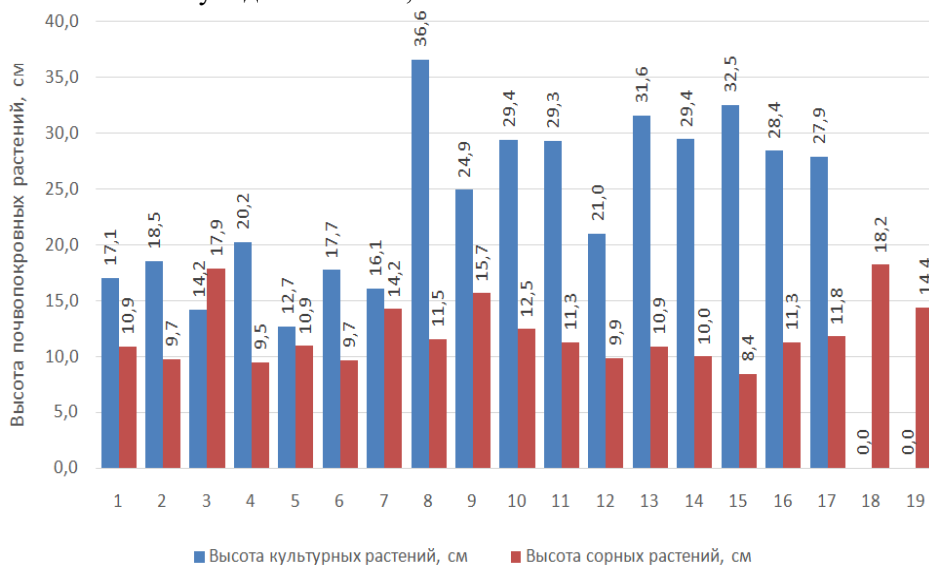


Рисунок 1 Высота почвопокровных культурных, сорных растений и падалицы в промежуточном посеве, 2020-2021 гг.

Сложившиеся в 2020-2021 сельскохозяйственном году засушливые погодные условия отрицательно отразились на росте и развитии растений озимой пшеницы. Вследствие этого, урожайность культуры была в 2-3 раза ниже планируемой. В 2021-2022 с.-х. году урожайность озимой пшеницы была несколько выше, чем за аналогичный период прошлого года и на отдельных вариантах достигала 25,6 ц/га. В среднем за 2 года исследования урожайность составила 17,1 ц/га (табл. 3).

Таблица 3. Урожайность озимой пшеницы по годам исследования, ц/га

№ п/п	Вариант	Средняя за 2020-2021 годы
1	Система No-till + Оз. рожь пожнивный почвопокровный посев	14,8
2	Система No-till + Оз. рапс пожнивный почвопокровный посев	15,4
3	Система No-till + Оз. вика пожнивный почвопокровный посев	18,6
4	Система No-till + Оз. рожь + Оз. рапс пожнивный почвопокровный посев	16,1
5	Система No-till + Оз. рожь + Вика пожнивный почвопокровный посев	16,5
6	Система No-till + Оз. рапс+ Вика пожнивный почвопокровный посев	15,7
7	Система No-till + Оз. рожь+ Оз. рапс+ Вика пожнивный почвопокровный посев	13,6
8	Система No-till + Овес пожнивный почвопокровный посев	13,9
9	Система No-till + Редька пожнивный почвопокровный посев	15,7
10	Система No-till + Овес + Редька пожнивный почвопокровный посев	15,7
11	Система No-till + Овес + Вика пожнивный почвопокровный посев	20,4
12	Система No-till + Редька + Вика пожнивный почвопокровный посев	17,1
13	Система No-till + Овес + Редька+ Вика пожнивный почвопокровный посев	19,2
14	Система No-till + пожнивный почвопокровный посев смеси из 5 культур (кукуруза + горох + лен + подсолнечник + просо);	18,3
15	Система No-till + пожнивный почвопокровный посев смеси из 8 культур (кукуруза + горох + лен + подсолнечник + просо + редька + горчица + вика);	18,9

Продолжение таблицы 3

16	Система No-till + пожнивный почвопокровный посев смеси из 11 культур (кукуруза + горох + лен + подсолнечник + просо + редька + горчица + вика + суданская трава + чечевица + гречиха);	17,3
17	Система No-till + пожнивный почвопокровный посев смеси из 13 культур (кукуруза + горох + лен + подсолнечник + просо + редька + горчица + вика + суданская трава + чечевица + гречиха + овес + донник);	19,0
18	Система No-till без почвопокровного посева (Контроль – №1)	17,9
19	Традиционная система обработки почвы без почвопокровного посева (Контроль – №2)	21,4
НСР ₀₅ , ц/га		11,7

Разные варианты почвопокровных культур также не показали достоверную разницу в урожайности озимой пшеницы. Возможно это связано с коротким периодом их последствия и в последующие годы, когда биомасса почвопокровных растений полностью преобразуется в органическое вещество почвы, положительно скажется на последующих культурах севооборота.

Выводы.

1. В посевах почвопокровных культур отмечались не только культурные растения, но и сорные растения и падалица предшественника.

2. Урожайность зеленой массы почвопокровных культур на отдельных вариантах достигала 91,5-113,7 ц/га, при этом процент культурных растений в общей массе почвопокровных составлял 93,6-95,7 %.

3. Возделываемые в севообороте варианты почвопокровных культур и их смесей положительно влияли на подавление численности и массы сорной растительности. Достоверно этот эффект отмечался на вариантах Оз. рапс+ Вика; Овес; Редька; Овес + Редька+ Вика.

4. Урожайность озимой пшеницы была одинаковой на всех вариантах почвопокровных культур в системе No-till, что, возможно, объясняется коротким периодом после их отмирания и недостаточного биологического эффекта.

Список использованных источников:

1. Daniells, I.G. Hard-setting soils: A review. Soil Res. 2012, 50, 349-359. [Google Scholar] [CrossRef]

2. Томашова О.Л., Осенний Н.Г., Веселова Л.С., Ильин А.В. Почвопокровные культуры как основной элемент биологизации земледелия при системе No-till для воспроизводства

List of sources used:

1. Daniells, I.G. Hard-setting soils: A review. Soil Res. 2012, 50, 349-359. [Google Scholar] [CrossRef]

2. Tomashova O.L., Osenniy N.G., Veselova L.S., Ilyin A.V. Groundcover crops as the main element of biologization of agriculture under the No-till system for reproduction of soil fertility.. //

плодородия почвы. // АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОГО ЛЕСОВОДСТВА. вторые международные чтения памяти Г. Ф. Морозова: к столетию памяти классика русского лесоводства 1920-2020 гг. Симферополь, 2020. – С. 219-227.

3. Томашова О.Л., Ильин А.В., Веселова Л.С. Строение почвы под покровными культурами при технологии прямого посева в предгорно-степной зоне Крыма. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. – № 6 (80). – С. 31-33.

4. Rasmussen, K.J. Impact of Plough-less Soil Tillage on Yield and Soil Quality: A Scandinavian Review. *Soil Tillage Res.*, 1999, 53, 3-14. [Google Scholar] [CrossRef].

5. Mathew, R.P.; Feng, Y.; Githinji, L.; Ankumah, R.; Balkcom, K. Impact of No-tillage and Conventional Tillage on Soil Microbial Communities. *Appl. Environ. Soil Sci.* 2012, 2012, 548620. [Google Scholar] [CrossRef].

ACTUAL PROBLEMS OF MODERN FORESTRY. the second international readings in memory of G. F. Morozov: to the centenary of the memory of the classic of Russian forestry 1920-2020. Simferopol, 2020. – P. 219-227.

3. Tomashova O.L., Ilyin A.V., Veselova L.S. The structure of the soil under cover crops with direct sowing technology in the foothill-steppe zone of the Crimea. // *Proceedings of the Orenburg State Agrarian University*. 2019. – № 6 (80). – P. 31-33.

4. Rasmussen, K.J. Impact of Plough-less Soil Tillage on Yield and Soil Quality: A Scandinavian Review. *Soil Tillage Res.*, 1999, 53, 3-14. [Google Scholar] [CrossRef].

5. Mathew, R.P.; Feng, Y.; Githinji, L.; Ankumah, R.; Balkcom, K. Impact of No-tillage and Conventional Tillage on Soil Microbial Communities. *Appl. Environ. Soil Sci.* 2012, 2012, 548620. [Google Scholar] [CrossRef].

Сведения об авторах:

Томашова Ольга Леонидовна – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, e-mail: 777tom@bk.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное.

Ильин Александр Валериевич – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры земледелия и агрономической химии факультета агрономии, садово-паркового и лесного хозяйства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО

Information about authors:

Tomashova Olga Leonidovna – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, e-mail: 777tom@bk.ru, Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

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 Institute "Agrotechnological academy" of the

«Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», e-mail: nis_katu@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Захарчук Павел Сергеевич – аспирант факультета агрономии, садово-паркового и лесного хозяйства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», e-mail: zakharchukp@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Сильченко Кирилл Романович – студент 4 курса факультета агрономии, садово-паркового и лесного хозяйства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», e-mail: kirya.silchenko.2014@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Томашова Анастасия Сергеевна – студентка 1 курса факультета агрономии, садово-паркового и лесного хозяйства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», e-mail: 777tom@bk.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: nis_katu@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Zakharchuk Pavel Sergeevich – postgraduate student of the Faculty of agronomy, landscape gardening and forestry of the Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: zakharchukp@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Silchenko Kirill Romanovich – 4th year student of the Faculty of agronomy, landscape gardening and forestry of the Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: kirya.silchenko.2014@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Tomashova Anastasiya Sergeevna – 1th year student of the Faculty of agronomy, landscape gardening and forestry of the Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: 777tom@bk.ru,, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

УДК 631.314:612

**ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА
ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ
ПОЧВЫ РАБОЧИМИ
ОРГАНАМИ ГИБКО-УДАРНОЙ
РОТАЦИОННОЙ БОРОНЫ
В УСЛОВИЯХ ЗОН
РИСКОВАННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ
РЕСПУБЛИКИ КРЫМ****RESEARCH
OF THE QUALITY OF SURFACE
TILLAGE WORKING BODIES OF
A FLEXIBLE-IMPACT ROTARY
HARROW IN THE CONDITIONS
OF RISK AGRICULTURE IN THE
REPUBLIC OF CRIMEA**

Соболевский И.В., кандидат технических наук, доцент;
Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Sobolevsky I.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Статья раскрывает новый системный подход на основе бионики к обоснованию элементов конструкции рабочих органов гибко-ударной ротационной бороны БГУР-2,8, которые позволяют улучшить процесс создания прерывистых борозд в форме лунок, повысить водопроницаемость верхнего, обработанного слоя почвы и его сопротивляемость порывам ветра поля с выдерживанием всех агротехнологических требований предъявляемых к боронованию почвы в условиях зон рискованного земледелия Республики Крым.

Ключевые слова: рабочие органы, гибко-ударная ротационная бороны, биологический прототип, животные-землерои, дождевой червь, водная и ветровая эрозия, испытания.

The article reveals a new systemic approach based on bionics to substantiate the design elements of the working bodies of the flexible-shock rotary harrow HFGR-2,8, which make it possible to improve the process of creating intermittent grooves in the form of holes, to increase the water permeability of the upper, processed soil layer and its resistance to wind gusts of the field with compliance with all agro-technological requirements for harrowing the soil in the zones of risky agriculture in the Republic of Crimea.

Key words: working bodies, flexible-shock rotary harrow, biological prototype, earth-moving animals, earthworm, water and wind erosion, tests.

Введение. В соответствии с программой по устойчивому развитию сельских поселений в Российской Федерации, перед Крымскими аграрными фор-

мированиями на сегодняшний день поставлена задача, увеличить общий сбор зерна до 12 миллион тон. Это, в свою очередь, означает, что необходимо увеличить урожайность до 43 ц/га. Однако, в условиях засушливого Крыма это является очень непростой задачей. Её решение требует использования всего рекреационного ресурса почв имеющегося в Крыму. Одним из основополагающих резервов по повышению урожайности является внедрение ресурсосберегающих почвозащитных технологий – «бесплужная обработка сельскохозяйственных культур». К данным технологиям и относится так называемое ранневесеннее боронование, которое входит во все ресурсосберегающие технологические процессы по возделыванию продукции растениеводческого комплекса [1].

После схода снега на поверхности почвы возникает почвенная корка. Она работает по принципу насоса, который подводит влагу из низких почвенных горизонтов к их верхним слоям. Вся влага, которая оказалась на поверхности, сразу же испаряется за счёт солнечных лучей и потоков ветра. Таким образом, за один день с 1 квадратного метра поля в среднем испаряется до 100 литров почвенной влаги [2].

Чтобы предотвратить это негативное явление в верхнем пласте почвы необходимо всегда разрушать образующиеся капилляры. Одновременно, при наступлении тепла активизируются вредители, а также болезни, обитающие в верхних слоях. Сорные растения начинают усиленный рост, что в будущем приведет к угнетению культурных растений. Таящий снежный покров также вызывает появление небольших ручейков, формирующих бороздки и небольшие наносы [3].

Для усиления борьбы с этими негативными явлениями должно своевременно проводиться ранневесеннее боронование, которое должно обеспечить: полное разрушение почвенной корки, полное рыхление верхнего слоя почвенного покрова, полное уничтожение сорной растительности, полное уничтожение вредных микроорганизмов, усиленную активизацию роста озимых и яровых культур.

Данный вариант ресурсосберегающего земледелия является региональным и в почвенно-климатических условиях для Республики Крым требует доработки конструкций рабочих органов борон с учетом особенностей нормы выпадения осадков, особенностей типа почв и рельефа местности. Особое значение приобретает здесь потенциальный риск как водной, так и ветровой эрозии [1].

При этих условиях возникает необходимость в применении и развитии принципов, а также методов бионики. Она является составной частью общей теории систем совместно с экологическим подходом к ресурсосберегающему земледелию [4].

Цель исследований – повышение качества поверхностной обработки почвы в условиях зон рискованного земледелия Республики Крым путем применения методов биосистемного подхода к созданию конструкции рабочих органов для гибко-ударной ротационной бороны БГУР-2,8.

В соответствии с поставленной целью необходимо было решить следующие задачи:

- уточнить агротехнические требования к поверхностной обработке почвы в условиях зон рискованного земледелия;
- по бионическому подобию обосновать конструкцию рабочих органов для гибко-ударной ротационной бороны;
- экспериментально определить изменения качества выполнения технологического процесса поверхностной обработки почвы, для зон рискованного земледелия опытными образцами рабочих органов гибко-ударной ротационной бороны в почвенном канале.

Объектом исследований является технологический процесс поверхностной обработки почвы для зон рискованного земледелия и рабочие органы гибко-ударной ротационной бороны, которые разработаны по бионическому подобию. Поставленные задачи решались методами теории колебаний, классической механики, моделирования, математической статистики, лабораторных исследований. Лабораторные исследования проводились методом сравнительных опытов на специально подготовленной установке почвенного канала с планированием многофакторного эксперимента.

Материал и методы исследований. Применение биосистемного подхода по изучению влияния геометрических особенностей строения биологических прототипов, а также физиологию движения на примере жуков землероев и их потенциальное применение в создании почвообрабатывающих рабочих органов исследовали Jin Tong, Jiyu Sun, Donghui Chen, Shujun Zhang [5]. Учеными было определено, что геометрические особенности строения копательных лапок жуков-носорогов и их динамика движения имеют потенциальное применение в разработке биомиметических изогнутых подвесок, позволяющих создавать вынужденные колебания, что способствует менее энергоёмким процессам обработки почвы.

Применив биосистемный подход на основе системы «почва-растение-атмосфера», можно создавать биомиметически-подобные геометрические формы рабочих органов для гибко-ударной ротационной бороны, которые дадут возможность выполнять адаптивную обработку почв.

Результаты и обсуждение. Поисковые исследования существующих почвообитающих биологических прототипов показали, что особое внимание необходимо уделить обоснованию параметров рабочих органов гибко-ударной ротационной бороны по биомиметически-подобному геометрическому строению отдельных сегментов тела червя (*Lumbricina*) (рис. 1) с расположенными на их поверхности щетинками, которые зацепляются за стенки подземного хода и не дают телу червя выскользнуть обратно [6].

Результаты анализа особенностей движения червя в почвенном покрове с учетом строения его элементов тела, позволило обосновать рабочие органы гибко-ударной ротационной бороны.

Она содержит (рис. 2) раму 1. Между опорами 2 размещены подвижно соединённые между собой цепные шлейфы 3, на которых имеются рыхлительные зубья 4.

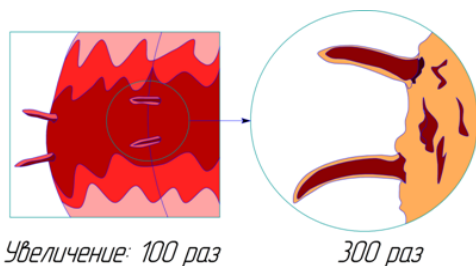


Рисунок 1. Общий вид сегментов тела дождевого червя

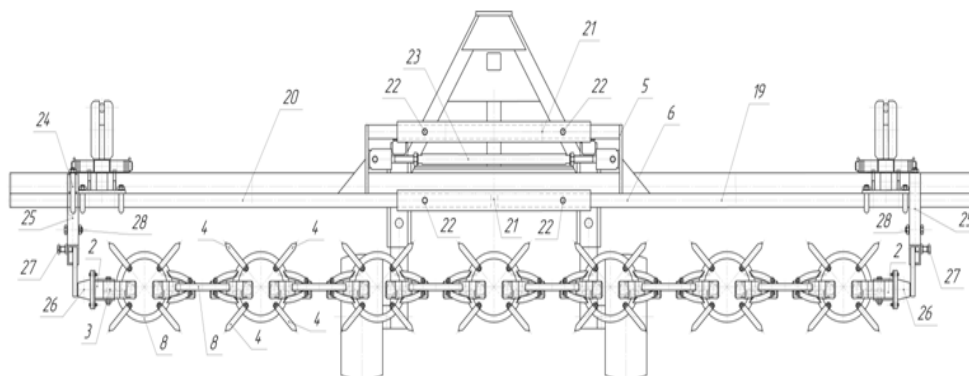
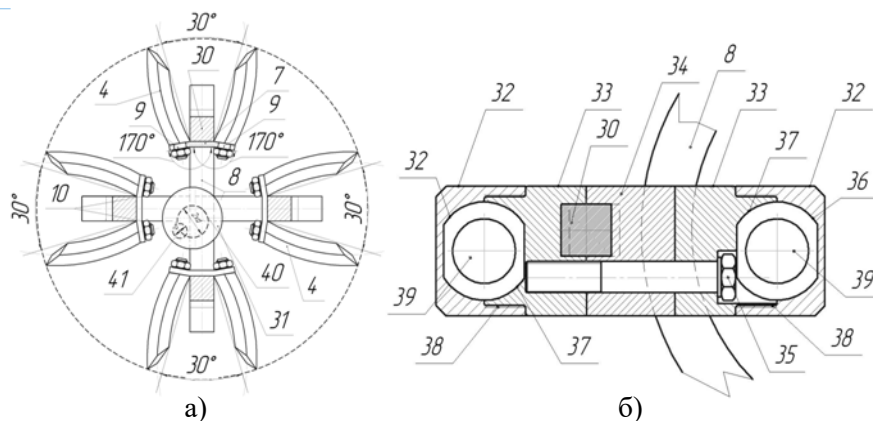


Рисунок 2. Общий вид гибко-ударной ротационной бороны

На кольцах 8 квадратного сечения, расположены зубья 4 в проушине под углом 30° друг к другу (рис. 3, а). Кольца 8 соединены между собой замками 31 круглого сечения (рис. 3, б). Внутренняя поверхность замков 31 имеет форму усечённых полусфер 36, которые соединены с другими усечёнными пустотелыми полусферами 37 промежуточных элементов 33. Крепление выполнено за счёт резьбового соединения 38. Внутри полусфер 36 размещены металлические шары 39.



**Рисунок 3. Общий вид шарнирного соединения колец цепного шлейфа:
а) сечение кольца; б) сечение замка**

При движении по полю под действием веса цепного шлейфа 3, совместно с рыхлящими элементами 4 создается минимизация сопротивления почвы при её рыхлении. Колебания цепного шлейфа 3 по неровностям рельефа обрабатываемого пласта почвы внутри замков 31 круглого сечения приводят к возникновению виброударных воздействий приводящих к ответным колебаниям и соударениям металлических шаров 39 по внутренним усечённым пустотелым полусферам 36 и 37. Этот процесс вызывает вибрацию, переходящую от замков 31, к круглым кольцам 8 и далее на рыхлящие элементы 4 – зубья.

Чем больше плотность почвы, тем больше возрастают колебания у цепного шлейфа 3 о поверхность обрабатываемого почвенного пласта. Это приводит к увеличению частоты колебаний шаров 39 в пустотелых полусферах 36 и 37 замков 31. Возникает автоколебательный процесс, обеспечивающий постоянство требуемого времени проникновения рыхлительных зубьев 4 на требуемую глубину обработки почвы в соответствии с агротребованиями.

Экспериментальная проверка основных показателей качества работы рабочих органов для гибко-ударной ротационной бороны БГУР-2,8 в сравнении с серийными рабочими органами мотыги ротационной навесной МРН-6,3С. (рис. 4) выполнялась в условиях почвенного канала, лаборатории «Бионической агроинженерии» кафедры механизации и технического сервиса в АПК, АТА КФУ им. В.И. Вернадского.



а)

б)

Рисунок 4. Общий вид канала с исследуемыми рабочими органами, закрепленными на платформе подвижной тележки:

а) рабочий орган гибко-ударной ротационной бороны БГУР-2,8;

б) рабочий орган мотыги ротационной навесной МРН-6,3С

При проведении многофакторного эксперимента для определения эффективной конфигурации конструкции гибко-ударной ротационной бороны были приняты факторы и пределы их варьирования (табл. 1).

Таблица 1. Уровни варьирования факторов

Уровни факторов	Факторы	
	Глубина обработки, см	Скорость движения м/с
	x_1	x_2
Лабораторные опыты		
Верхний (+1)	12	1,4
Нижний (-1)	4	1,0
Нулевой (0)	8	1,2
Интервал варьирования	4	0,2

Основными не варьируемыми параметрами были: относительная влажность W почвы в канале, которая находилась в пределах 14...19 %; твердость p – 124...128 Н/см²; деформационный показатель почвы ν – $2,78 \times 10^7$... $4,05 \times 10^7$ м²/Н. Основным типом обрабатываемой почвы в канале является чернозем южный карбонатный среднесуглинистый.

Регистрация экспериментальных значений амплитуды и частоты колебаний производилась с применением: ноутбука Lenovo ideapad 310-15 IAP – 1, тензостанции ZET 017-T8 – 2, анализатора ZET017-U2 – 3, двух пьезоэлектрических акселерометров BC 110 – 5.

С началом перемещения тележки датчик фиксировал сигнал, а затем передавал его на анализатор ZET017-U2 и тензостанцию ZET 017-T8, и далее на ноутбук Lenovo ideapad 310-15 IAP. На ноутбуке установлена специальная программа, которая считывает информацию и записывает её в виде протокола. Данные с протокола переносились в программу, где в последующем уже строились графики изменения тягового усилия, а также графики вибрационных колебаний исследуемых рабочих органов.

После проведения экспериментального прохода рабочего органа гибко-ударной ротационной бороны глубина обработки почвы определялась без учета распушенности почвенного пласта (рис. 5).

Для этого использовалась специальная рейка. Её устанавливали перпендикулярно исследуемой деланке и с помощью мерительной линейки определяли глубину (рис. 6). Глубина исследовалась по 20 различным местам вдоль всего экспериментального прохода. При этом общая допустимая погрешность измерений составила $\pm 0,5$ см.

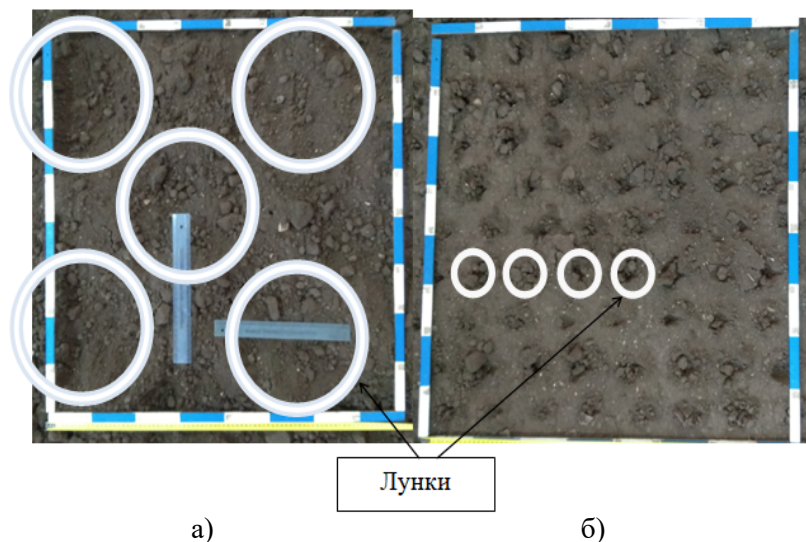


Рисунок 5. Экспериментальный проход исследуемыми конфигурациями рабочих органов:

а) гибко-ударной ротационной бороны БГУР-2,8;

б) мотыги ротационной навесной МРН-6,3С



Рисунок 6. Определение глубины после прохода исследуемого рабочего органа

Экспериментальные исследования показали, что при рыхлении почвы на глубину 4...12 см и скорости движения гибко-ударной ротационной бороны в пределах 1...1,4 м/с для черноземов крымских с влажностью 13,5...19 % удельное тяговое сопротивление возрастает постепенно, в отличие от серийной мотыги ротационной навесной МРН-6,3С. Испытания предлагаемого образца показали, что при его работе степень крошения почвенного пласта повысилась на 16 %, а удельное тяговое сопротивление снизилось на 13 % в сравнении с серийной мотыгой ротационной навесной МРН-6,3С.

Однако, основной задачей проведения исследований в почвенном канале было не только определение тягового усилия экспериментальных рабочих органов, но и определение качественных показателей боронования почвы, особенно для зон рискованного земледелия.

Для решения поставленной задачи, в ходе проведения эксперимента в почвенном канале был проанализирован принцип работы исследуемых рабочих органов гибко-ударной ротационной бороны в сравнении с прототипом по качеству рыхления почвенного пласта. При движении в почвенном канале рабочие органы бороны за счет зубьев заглубляют в почву кольца цепного шлейфа, которые формируют в шахматном порядке прерывистые борозды по форме полусферических лунок. Далее, звенья выглубляются в свободном вращении, тем самым выполняя процесс разрыва почвенного пласта и формирования прерывистой борозды. Это дает возможность образовывать так называемую перемычку в виде стерневого фона. Как результат по всей ширине захвата образуются прерывистые борозды в виде полусферических лунок, которые в последствии осуществляют задержание как талых, так и дождевых вод, что предотвращает активизацию целого фронта испарения. Так же это приводит к минимизации формирования постоянства в активном подтоке влаги из горизонтов, лежащих ниже формирования лунок (рис. 7).

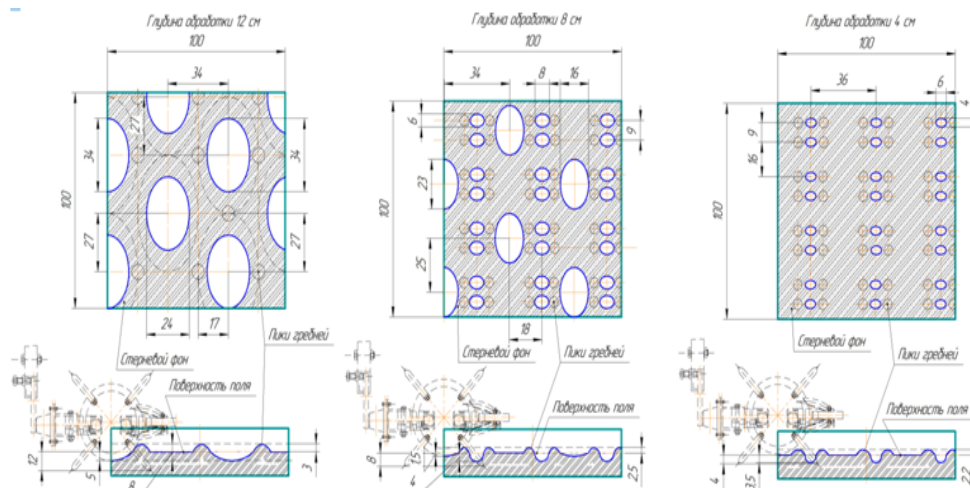


Рисунок 7. Схематическое представление агрофона в трёх проекциях после прохода исследуемых рабочих органов гибко-ударной ротационной бороны

Высота сформированных гребней вокруг лунок находится в диапазоне 2...3 см, что соответствует агротехническим требованиям. Средняя глубина рыхления с учётом высокого коэффициента равномерности при рыхлении составила 82,3 %, а среднее квадратическое отклонение, не превышающее норму (± 1 см) варьировалось в пределах заданной 4...8 см, в отличие от серийного аналога рабочих органов мотыги ротационной навесной МРН-6,3С (рис. 8).

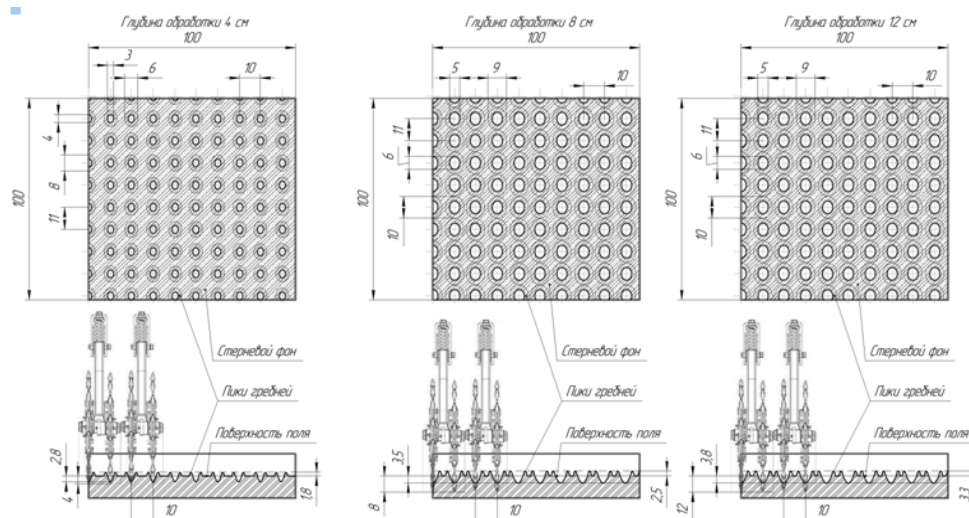


Рисунок 8. Схематическое представление агрофона в трёх проекциях после прохода исследуемых рабочих органов мотыги ротационной навесной МРН-6,3С

Ранее сформированная почвенная корка была разрушена именно в зонах прохода рыхлительных зубьев с кольцами, где, в последствии, и образовывались полусферические лунки. Распыление почвенных агрегатов было незначительным до 32,3 %.

Производительность гибко-ударной ротационной бороны с шириной захвата 2,8 м по результатам испытаний составила 2,8 га/ч при рабочих скоростях 10...12 км/ч. Забивание и залипание рабочих органов на гибко-ударной ротационной бороне не наблюдалось.

По результатам испытаний рабочие органы гибко-ударной ротационной бороны соответствуют требованиям основных технических условий по показателям назначения, надёжности и безопасности обработки почвы в зонах рискованного земледелия Республики Крым.

Выводы. На основании усовершенствованной в результате биосистемного подхода, функциональной схемы по биомиметически-подобному геометрическому строению отдельных сегментов тела червя (*Lumbricina*), разработана новая конструкция рабочих органов для гибко-ударной ротационной бороны БГУР-2,8 (патент на изобретение РФ № 2 628 577).

Результаты полученных лабораторных исследований показывают, что по всей ширине захвата рабочих органов для гибко-ударной ротационной бороны образуются прерывистые борозды в виде полусферических лунок, которые осуществляют задержание как талых, так и дождевых вод, что предотвращает активизацию целого фронта испарения, а также приводит к минимизации формирования постоянства в активном подтоке влаги из горизонтов, лежащих ниже формирования лунок.

При рыхлении почвы на глубину 4...12 см и скорости движения гибко-ударной ротационной бороны в пределах 1...1,4 м/с для черноземов крымских с влажностью 13,5...19 % удельное тяговое сопротивление возрастает постепенно, в отличие от серийной мотыги ротационной навесной МРН-6,3С. Следовательно, применение рабочих органов для гибко-ударной ротационной бороны позволяет улучшить процесс создания прерывистых борозд в форме лунок, повысить водопроницаемость верхнего, обработанного слоя почвы и его сопротивляемость порывам ветра поля с выдерживанием всех агротехнологических требований предъявляемых к боронованию почвы в условиях зон рискованного земледелия Республики Крым.

Список использованных источников:

1. Ергина Е.И., Тронза Г.Е. Современное почвенно-экологическое состояние Крымского полуострова // Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. Том 2 (68). № 3. – Симферополь, 2016. – С. 196-196.

2. Кушнарев А.С., Кочев В.И. Механико-технологические основы обработки почвы. – К. Урожай, 1989. – 144с.

3. Бурченко П.Н. Механико-технологические основы почвообрабатывающих машин нового поколения. – М.: ВИМ, 2002. – 292 с.

4. Бабицкий Л.Ф., Соболевский И.В., Куклин В.А. Создание конструкций противозерозионных почвообрабатывающих машин по аналогии с прототипами живой природы // Федеральный деловой аграрный журнал НИВА плюс. – Симферополь, 2017. – № 1-2. – С. 28-31.

5. Jin Tong, Jiyu Sun, Donghui Chen, Shujun Zhang. Geometrical features and wettability of dung beetles and potential biomimetic engineering applications in tillage implements. *Soil & Tillage Research* 80 (2005) 1-12.

6. Земляные черви. Материал из Википедии — свободной энциклопедии

References:

1. Ergina E.I., Tronza G.E. Modern soil and ecological state of the Crimean peninsula // *Scientific notes of the Crimean Federal University named after V.I. Vernadsky. Geography. Geology. Volume 2 (68). No. 3.* - Simferopol, 2016. – P. 196-196.

2. Kushnarev A.S., Kochev V.I. Mechanical and technological bases of soil cultivation. – K. Harvest, 1989. – 144 p.

3. Burchenko P.N. Mechanical and technological fundamentals of new generation tillage machines. – M.: VIM, 2002. – 292 p.

4. Babitsky L.F., Sobolevsky I.V., Kuklin V.A. Creation of designs of anti-erosion tillage machines by analogy with prototypes of wildlife // *Federal business agricultural journal NIVA plus.* – Simferopol, 2017. – No. 1-2. – P. 28-31.

5. Jin Tong, Jiyu Sun, Donghui Chen, Shujun Zhang. Geometrical features and wettability of dung beetles and potential biomimetic engineering applications in tillage implements. *Soil & Tillage Research* 80 (2005) 1-12.

6. Earthworms. Material from Wikipedia – the free encyclopedia [Electronic resource] URL: <https://>

дии [Электронный ресурс] URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/ Земляные_черви](https://ru.wikipedia.org/wiki/Земляные_черви) (дата обращения: 16.09.2021).

7. Бабицкий, Л.Ф., Москалевич В.Ю., Соболевский И.В. Основы бионических исследований: учебник // – Симферополь: ЧП «Антиква», 2014. – 328 с.

8. Babitsky L F, Sobolevsky I V, Kuklin V A 2020 Bionic modelling of the working bodies of machines for surface tillage IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 488 (2020) 012041 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/488/1/012041.

9. Гибко-ударная борона: пат. 2628577 Рос. Федерация. № 2016114115; заявл. 12.04.2016; опублик. 21.08.2017 – Бюл. № 24. – 15 с.

[ru.wikipedia.org/wiki/ Earthworms](https://ru.wikipedia.org/wiki/Earthworms) (date accessed: 16.09.2021).

7. Babitsky L.F., Moskalevich V.Yu., Sobolevsky I.V. Fundamentals of bionic research: textbook // – Simferopol: PE "Antikva", 2014. – 328 p.

8. Babitsky L.F., Sobolevsky I.V., Kuklin V.A. 2020 Bionic modeling of the working bodies of machines for surface tillage IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 488 (2020) 012041 IOP Publishing doi: 10.1088 / 1755-1315 / 488/1/012041.

9. Flexible-shock harrow: US Pat. 2628577 Rus. Federation. No. 2016114115; declared 04/12/2016; publ. 08.21.2017 – Bul. No. 24. – 15 p.

Сведения об авторе:

Соболевский Иван Витальевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технических систем в агробизнесе института «Агротехнологической академии» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», e-mail:sobolevskii-inan@mail.ru., 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Information about the author:

Sobolevsky Ivan Vitalievich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Systems in Agribusiness of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail:sobolevskii-inan@mail.ru., Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

УДК 631.361.6

**ДИНАМИКА
ГОРИЗОНТАЛЬНОГО
ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА
ДЛЯ СУШКИ СЕМЯН
В КОНВЕЙЕРНОМ
УСТРОЙСТВЕ ОБРАБОТКИ
СЕМЯН ФИЗИЧЕСКИМИ
МЕТОДАМИ**

**DYNAMICS
OF A HORIZONTAL BELT
CONVEYOR FOR DRYING
SEEDS IN A CONVEYOR
DEVICE FOR PROCESSING
SEEDS BY PHYSICAL
METHODS**

Воложанинов С.С., кандидат технических наук, доцент;
Завалий А.А., доктор технических наук, доцент;
Волобуев Д.Д., обучающийся;
Воложанинова В.С., обучающийся;
Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Volozhaninov S.S., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;
Zavaly A.A., Doctor of Technical Sciences, Associate Professor;
Volobuev D.D., student;
Volozhaninova V.S., student;
Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Разработана методика определения конструктивных элементов и параметров их соединения, обеспечивающих работоспособность нежесткой несущей ленты транспортёра. Разработаны компьютерные программы расчета ленточного горизонтального конвейера с нежесткой несущей лентой, позволяющие определить основные механические и энергетические параметры разрабатываемого устройства.

A method has been developed for determining the structural elements and their connection parameters that ensure the operability of the non-rigid carrier conveyor belt. Computer programs have been developed for calculating a horizontal conveyor belt with a non-rigid carrier belt, which allow determining the main mechanical and energy parameters of the device being developed.

Ключевые слова: конвейерное устройство, нежесткая несущая лента, атрауматичное и равномерное перемещение семян, физические методы обработки.

Keywords: conveyor device, non-rigid load-bearing belt, atraumatic and uniform movement of seeds, physical processing methods.

Введение. В настоящей работе рассматривается энергоэффективное конвейерное устройство инфракрасной сушки семян, предназначенное для использова-

ния в сельскохозяйственных предприятиях, производящих семенной материал. Одним из основных узлов рассматриваемого конвейерного устройства инфракрасной сушки семян является горизонтальный ленточный конвейер, предназначенный для перемещения слоя семян под инфракрасными источниками излучения и над распределительными устройствами приточной вентиляции слоя семян воздухом. Малая удельная нагрузка семян на ленту, низкие скорости перемещения ленты, необходимость обеспечения потока, вентилирующего воздух сквозь ленту, привели к необходимости разработки комбинированной ленты горизонтального конвейера, в которой собственно лента выполнена из нежесткой сетчатой ткани и выполняет функцию органа, несущего семена как материал транспортирования. Для предотвращения провисания ленты используются поддерживающие плоские поверхности постели, имеющие перфорацию в зонах размещения устройств вентиляции воздухом и выполненные из полимерного материала, имеющего антифрикционные свойства. Перемещение ленты с размещенными на ней семенами осуществляется комбинированным действием приводного барабана ленточного конвейера и тяговыми цепями, приводимыми в движение звёздочками, размещенными на одной оси с приводным барабаном. Линейные скорости ленты и цепей равны по величине, благодаря равенству наружного диаметра приводного барабана и делительного диаметра приводной звёздочки. Приводные цепи размещены по краям ленты и соединены с ней упругими элементами цилиндрическими винтовыми пружинами растяжения.

Целью работы является обоснование механических параметров комбинированной ленты горизонтального конвейера, обеспечивающих равномерное перемещение слоя семян, размещенных на нежесткой несущей ленте транспортёра. Объектом исследования является комбинированная лента горизонтального конвейера на основе нежесткой сетчатой ткани. Предметом исследования являются соотношения параметров нагрузки на ленту, геометрических размеров и жесткости ленты и величин прогибов ленты и усилий натяжения, действующих в соединении ленты с тяговой цепью пружинами растяжения. Практическая значимость работы заключается в возможности выполнять расчётный анализ параметров комбинированной ленты горизонтального конвейера для различных условий нагружения, результаты которого служат основой для выбора механических параметров узлов комбинированной ленты, таких как лента конвейера, тяговая цепь, винтовые пружины растяжения.

Для определения конструктивных элементов и параметров их соединения, обеспечивающих работоспособность нежесткой несущей ленты горизонтального транспортёра, предназначенного для перемещения слоя семян, подвергающегося тепловому воздействию инфракрасного излучения, для случая неравномерной нагрузки семян на полотно ленты конвейера необходимо решить следующие задачи.

- построить математическую модель взаимодействия элементов нежесткой несущей ленты при её неравномерном нагружении;

- выполнить расчётный анализ математической модели для определения количественных взаимоотношений параметров нежесткой несущей ленты в условиях неравномерного нагружения;

- выполнить сравнительный анализ влияния неравномерности нагружения полотна ленты на реакции в узлах её крепления;

- на основе выполненного анализа предложить величины параметров нежесткой несущей ленты, обеспечивающие её работоспособность для заданных условий нагружения и режимов работы.

Материал и методы исследований. Поставленная задача решалась посредством разработки методики определения поперечного прогиба нежесткой ленты при различных законах её нагружения, реализации методик в программном комплексе, разработанном в программе для инженерных и математических расчётов Mathcad, выполнении сравнительного анализа прогиба ленты при равномерном и квадратичном законах распределения семян в поперечном сечении ленты транспортёра.

Результаты и обсуждение. Для использования на конвейере для инфракрасной сушки семян предложено использовать комбинированную ленту, в которой тяговым органом служат цепи, а несущим транспортируемым материал органом служит полотно из тонкой износостойкой пористой синтетической ткани. Конструкция такой ленты представлена на рисунке 1.

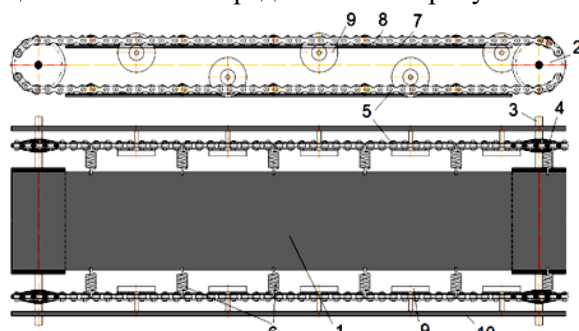


Рисунок 1. Комбинированная лента конвейера для инфракрасной сушки семян

Кольцевое полотно 1 ленты, натянуто на барабаны 2 конвейера. На осях 3 барабанов закреплены звёздочки 4 цепной передачи. Наружный диаметр барабанов совпадает с делительным диаметром используемых звёздочек. На звёздочках установлены цепи 5, длина которых равна длине полотна ленты.

Полотно ленты соединено со звеньями цепей пружинами 6, позволяющими компенсировать несоответствие линейной скорости движения ленты и цепей при нагружении ленты транспортируемым материалом. Провисание полотна ленты предотвращают подложки 7, а провисание и колебание цепей – пластины 8 и свободно вращающиеся втулки 9, оси которых закреплены на корпусе конвейера 10. Втулки 9 препятствуют также смещению ленты и цепей к про-

дольной оси конвейера. Исходными данными для проектирования комбинированной ленты являются геометрические размеры ленты (длина, ширина, диаметр барабанов), скорость движения ленты, удельная нагрузка на ленту транспортируемого материала). При этом следует иметь в виду, что материал может размещаться на ленте с некоторой степенью неравномерности, например, масса семян может смещаться в осевой линии транспортёра в ходе движения ленты.

Нагрузка на ленту будет создавать усилия, стягивающие ленту к её продольной оси. Противодействие этой нагрузке оказывают цепи, связанные с полотном ленты пружинами, а также свободно вращающиеся втулки, закрепленные на корпусе конвейера. Чем чаще расположены пружины и втулки, тем меньшие значения поперечных прогибов цепи следует ожидать при движении ленты конвейера. При увеличении жёсткости пружин значения поперечных прогибов должны быть меньше, но при этом ухудшаются условия компенсации несоответствия линейной скорости движения ленты и цепей при нагружении ленты, так как упругая связь полотна и цепи заменяется жёсткой связью. Увеличение прогибов цепи может привести к сходу цепей со звёздочек, а также ухудшает условия теплового воздействия инфракрасных излучателей на расположенные на полотне ленты семена. Определение взаимосвязи прогибов цепи и возникающих усилий, стягивающие ленту к её продольной оси, с величиной и распределением на полотне нагружения позволит корректно выбирать конструктивные параметры комбинированной ленты: частоту расположения и жёсткость пружин, частоту размещения свободно вращающихся втулок, конструктивные параметры цепей.

При анализе динамического состояния ленточного конвейера его рассматривают как вязкоупругую динамическую систему, состоящую из динамических звеньев различного порядка с различными свойствами. Между звеньями устанавливают связи в виде последовательных, параллельных и с обратной связью соединений. Для анализа применяют динамические модели с сосредоточенными параметрами или дискретные динамические модели, а также динамические модели с распределёнными параметрами или непрерывные динамические модели. Оба типа моделей могут быть применены для анализа динамического равновесия нагруженной ленты конвейера. Нагрузка по ширине ленты может быть представлена аналитическими непрерывными зависимостями или дискретными сосредоточенными массами. Во всех случаях модели представлены системами обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных. Исходными для построения дифференциального уравнения динамики ленты конвейера являются схема нагружения ленты и модельные предположения о взаимодействии элементов схемы. Для комбинированной ленты, изображённой на рисунке 1 при равномерном нагружении ленты транспортируемым материалом – семенами, схема нагружения может быть представлена в виде, изображённом на рисунке 2.

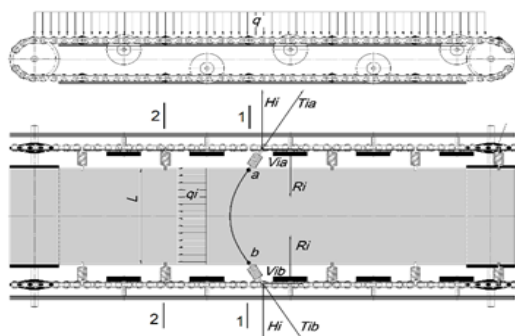


Рисунок 2. Схема нагружения ленты

Рассмотрим элемент ленты конвейера длиной dx на участке узлами крепления a и b (см. рис. 3). Равномерная нагрузка q_i является силой трения нагруженного участка полотна ленты, расположенного между местами крепления полотна к пружинам (между сечениями 1-1 и 2-2 на рис. 2).

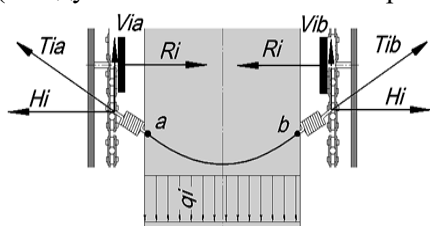


Рисунок 3. Схема равномерного нагружения элемента ленты конвейера нагружения ленты

Получим выражение для определения натяжения ленты. Используем обозначения (см. рис. 4): T_0 – предварительное натяжение, H ; T ($T > T_0$) – натяжение провисшей нити, H ; ϑ – угол наклона провисшей нити.

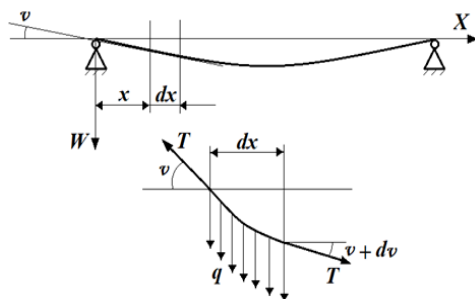


Рисунок 4. Модель нагружения ленты между узлами крепления

Принимая, что угол наклона мал, из условия равновесия ленты получим:

$$T\vartheta - qdx - T(\vartheta + d\vartheta) = 0 \tag{1}$$

из уравнения (1) следует, что:

$$\frac{q}{T} = -\frac{d\vartheta}{dx} \tag{2}$$

Получим решение уравнения (2) интегрированием, используя метод разделения переменных:

$$\vartheta = \frac{q}{T} * (c - x). \quad (3)$$

Для определения постоянной интегрирования C используем условие, что при $x=l/2$ угол наклона $\vartheta=0$. Подставим эти значения в (3) и получим, что $C=l/2$. Соответственно выражение для угла наклона получит вид:

$$\vartheta = \frac{q}{T} \left(\frac{l}{2} - x \right). \quad (4)$$

Максимальный прогиб представляет собой интеграл от угла наклона по линейной координате x в пределах от 0 до $l/2$. Используем выражение (4) для угла наклона как подинтегральное и получим выражение для максимального прогиба ленты:

$$w_{max} = \int_0^{l/2} \vartheta dx = \frac{ql^2}{8T}. \quad (5)$$

Получим выражение для определения натяжения ленты T .

Из-за неравенства усилий T и T_0 нить удлиняется на величину разности длин между кривой и прямой нитью, т.е

$$\frac{(T-T_0)l}{EF} = \int_0^l \left(\frac{1}{\cos\vartheta} - 1 \right) dx = \int_0^l \frac{\vartheta^2}{2} dx. \quad (6)$$

Из уравнения (6) следует:

$$\frac{T-T_0}{EF} = \frac{q^2 l^2}{24T^2}. \quad (7)$$

В выражение (7) подставим выражение для T из выражения (4). В результате получим уравнение, которое позволяет определить максимальное расчетное значение натяжения ленты:

$$24T^3 - 24T_0T^2 - q^2 l^2 EF = 0. \quad (8)$$

Для получения общего решения уравнение (8) преобразуем в безразмерную форму. Для этого разделим все слагаемые уравнения на $24T_0^3$ и получим безразмерную форму уравнения (8):

$$\left(\frac{T}{T_0} \right)^3 - \left(\frac{T}{T_0} \right)^2 - \frac{q^2 l^2 EF}{24T_0^3} = 0. \quad (9)$$

Введём обозначения для элементов уравнения (1.9): критерий μ и безразмерную переменную ω :

$$\mu = \frac{T}{T_0}, \quad \omega = \frac{q^2 l^2 EF}{24T_0^3}. \quad (10)$$

Подставим переменные (10) в безразмерное уравнение (9) и получим это уравнение в критериальной форме:

$$\mu^3 - \mu^2 - \omega = 0. \quad (11)$$

Пределами изменения величин, характерных для общих конвейеров, примем следующие диапазоны: $\mu=1...10$; $\omega = 0,002...100$ [1-16].

Полученное уравнение (11) позволяет определить величину натяжения ленты для заданного значения её жёсткости.

Получим уравнение для расчёта относительного максимального прогиба ленты транспортёра. Уравнение для расчёта относительного максимального прогиба ленты транспортёра получим, подставив в (8) выражение (5):

$$64 \left(\frac{W_{max}}{l} \right)^3 + 24 \frac{W_{max} T_0}{l EF} = 3 \frac{ql}{EF}, \quad (12)$$

где W_{max} – прогиб ленты транспортёра, мм/м;

E – модуль упругости ленты, кН/м²;

q – интенсивность нагрузки, кН/м;

F – площадь сечения ленты, м²;

l – длина пролета между роликками, м;

T_0 – предварительное натяжение, кН.

В уравнение (12) безразмерными величинами являются $\frac{W_{max}}{l} = \alpha$; $\frac{T_0}{EF} = \beta$; $\frac{ql}{EF} = \gamma$, для которых введём соответственно обозначения α, β, γ . Используем эти обозначения для записи уравнения (12) и получим его в критериальной форме:

$$64\alpha^3 + 24\alpha\beta = 3\gamma. \quad (13)$$

Таким образом, полученные уравнения (11) и (13) позволяют определить натяжение ленты и её максимальный прогиб для заданных величины жёсткости ленты и величины её предварительного натяжения. Натяжение ленты позволяет определить реакцию опоры или крепления ленты, а максимальный прогиб позволит определить направление вектора натяжения ленты и, соответственно, проекции реакции опор, то есть усилия, вызывающие растяжение пружин и поперечный изгиб тяговой цепи.

Уравнения (11) и (13) получены для случая равномерной в поперечной плоскости полотна ленты нагрузки. Отличие распределения нагрузки от равномерного могут существенно изменить величины реакций опор, что приведёт к изменению величин растяжения пружин и поперечного изгиба цепи. Для оценки влияния отличия распределения нагрузки от равномерной на величины реакций опор необходимо получить уравнения, аналогичные уравнениям (11) и (13) для случаев неравномерной нагрузки.

В устройстве инфракрасной сушки горизонтальный конвейер должен обеспечить выполнение следующих требований:

- перемещение равномерно распределённых по поверхности ленты семян массой до 3 кг/м² поверхности ленты;
- скорость движения ленты должна находиться в пределах 0,03 – 0,06 м/с;
- длина ленты конвейера составляет не более 20 м;
- конструкция ленты должна предусматривать возможность изменения её ширины от 1000 до 2000 мм.

Перечисленным требованиям соответствует конструктивная схема ленты горизонтального конвейера, приведенная на рисунке 11.

На рисунке 5 приведена схема нелинейного нагружения ленты конвейера. При неравномерно распределенной по поверхности ленты 4 загрузке q_1 (Н/м²) и одинаковом контакте ленты с поддерживающей плоскостью 5 распределение нагрузки q_i (Н/м) в поперечном сечении ленты будет неравномерным. Поперечное сечение ленты, соединяющее точки а и b, примет форму цепной линии при неравномерной нагрузке. В месте соединения ленты и пружины возникнут усилия натяжения T_{ia} и T_{ib} , проекции которых в поперечном сечении ленты H_i представляют распор, а проекции V_{ia} и V_{ib} в осевом направлении ленты – балочные реакции. Распор H_i уравнивает реакция упорного ролика R_i и поперечная составляющая натяжения цепи при ее поперечном изгибе под действием усилия распора. Величина нагрузки q_i зависит от величины q_1 и расстояния между местами крепления пружин.

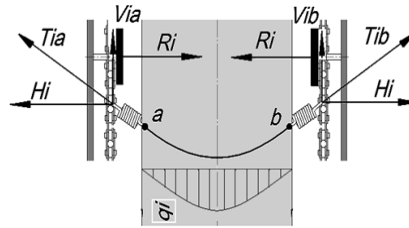


Рисунок 5. Схема нелинейного нагружения элемента ленты конвейера нагружения ленты

В качестве нелинейного закона нагружения ленты примем закон (обозначения см. на рис. 4):

$$q(x) = \frac{4 \cdot q_0}{l} \cdot x \cdot \left(1 - \frac{x}{l}\right). \tag{14}$$

В рамках допущения о малости угла наклона ϑ справедливо применение уравнения (2), откуда:

$$\vartheta = -\frac{1}{T} \cdot \int q(x) dx = -\frac{4 \cdot q_0}{l \cdot T} \cdot \int \left(x - \frac{x^2}{l}\right) dx + C = C - \frac{4 \cdot q_0}{l \cdot T} \cdot \left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3 \cdot l}\right). \tag{15}$$

Значение константы C определим из условия, что при $x = l/2$ величина угла прогиба $\vartheta = 0$. Подставив эти значения в выражение (15), получим:

$$C = \frac{4 \cdot q_0}{3 \cdot T}. \tag{16}$$

Подставим (16) в (15) и получим выражение для угла прогиба ленты:

$$\nu = \frac{4 \cdot q_0}{l \cdot T} \cdot \left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3 \cdot l}\right) + \frac{4 \cdot q_0}{3 \cdot T}. \tag{17}$$

Получим выражение для максимального прогиба ленты W_{max} как интеграл от угла прогиба по длине ленты:

$$W_{max} = \int_0^{l/2} \nu(x) dx. \tag{18}$$

$$\begin{aligned}
 W_{\max} &= \frac{q_0}{T} \cdot \int_0^{l/2} \left(\frac{l}{3} - \frac{2 \cdot x^2}{l} + \frac{4 \cdot x^3}{3 \cdot l^2} \right) dx = & (19) \\
 &= \frac{q_0}{T} \cdot \left(\frac{l}{3} \cdot x - \frac{2 \cdot x^3}{3 \cdot l} + \frac{x^4}{3 \cdot l^2} \right) \Big|_0^{l/2} = \\
 &= \frac{q_0}{T} \cdot \left(\frac{l^2}{6} - \frac{2}{3 \cdot l} \cdot \frac{l^3}{8} + \frac{1}{3 \cdot l^2} \cdot \frac{l^4}{16} \right) = \\
 &= \frac{q_0 \cdot l^2}{T} \cdot \left(\frac{1}{6} - \frac{1}{12} + \frac{1}{48} \right) = \frac{q_0 \cdot l^2}{10 \cdot T}.
 \end{aligned}$$

Таким образом значение максимального прогиба ленты W_{\max} составляет:

$$W_{\max} = \frac{q_0 \cdot l^2}{10 \cdot T}. \quad (20)$$

Получим выражение для определения натяжения ленты T , используя уравнения совместности деформации (6):

$$\begin{aligned}
 \frac{(T-T_0) \cdot l}{E \cdot F} &= \int_0^l \left(\frac{1}{\cos v} - 1 \right) dx \approx \int_0^l \frac{v^2}{2} dx = \frac{q_0^2}{2 \cdot T^2} \cdot \int_0^l \left(\frac{l}{3} - \frac{2 \cdot x^2}{l} + \frac{4}{3 \cdot l^2} \cdot x^3 \right)^2 dx = \\
 &= \frac{q_0}{2 \cdot T} \cdot \int_0^l \left(\frac{l^2}{9} + \frac{4}{l^2} \cdot x^4 + \frac{16}{9 \cdot l^4} \cdot x^6 - 2 \cdot \frac{l}{3} \cdot \frac{2 \cdot x^2}{l} + 2 \cdot \frac{l}{3} \cdot \frac{4}{3 \cdot l^2} \cdot x^3 - 2 \cdot \frac{2 \cdot x^2}{l} \cdot \frac{4}{3 \cdot l^2} \cdot x^3 \right) dx = \\
 &= \frac{q_0}{2 \cdot T} \left(\frac{l^2 \cdot x}{9} + \frac{4}{l^2} \cdot \frac{x^5}{5} + \frac{16}{9 \cdot l^4} \cdot \frac{x^7}{7} - \frac{4}{3} \cdot \frac{x^3}{3} + \frac{8}{9 \cdot l} \cdot \frac{x^4}{4} - \frac{16}{3 \cdot l^2} \cdot \frac{x^6}{6} \right) \Big|_0^l = \\
 &= \frac{q_0}{2 \cdot T} \left(\frac{l^3}{9} + \frac{4}{3} \cdot l^3 + \frac{16}{63} \cdot l^3 - \frac{4}{9} \cdot l^3 + \frac{2}{9} \cdot l^3 - \frac{8}{9} \cdot l^3 \right) = \\
 &= \frac{q_0^2 \cdot l^3}{2 \cdot T^2 \cdot 315} \cdot (35 + 252 + 80 - 140 + 70 - 280) = \\
 &= \frac{17 \cdot q_0^2 \cdot l^2}{630 \cdot T^2}.
 \end{aligned}$$

В результате выполненных преобразований получено выражение для натяжения ленты в виде:

$$\frac{(T-T_0) \cdot l}{E \cdot F} = \frac{17 \cdot q_0^2 \cdot l^2}{630 \cdot T^2}. \quad (21)$$

Раскроем скобки в выражении (21) и получим кубическое уравнение для натяжения ленты:

$$T^3 - T_0 \cdot T^2 - \frac{17}{630} \cdot q_0^2 \cdot l^2 \cdot E \cdot F = 0. \quad (22)$$

Из формулы (20) выразим величину натяжения T :

$$T = \frac{q_0 \cdot l^2}{16 \cdot W_{\max}} \quad (23)$$

Подставим в уравнение (22) выражение (23):

$$\left(\frac{q_0 \cdot l^2}{10 \cdot W_{\max}} \right)^3 - T_0 \cdot \left(\frac{q_0 \cdot l^2}{10 \cdot W_{\max}} \right)^2 - \frac{17}{630} \cdot q_0^2 \cdot l^2 \cdot E \cdot F = 0 \quad (24)$$

Приведём уравнение (24) к виду:

$$q_0^3 \cdot l^6 - 10 \cdot T_0 \cdot q_0^2 \cdot l^4 \cdot W_{\max} - \frac{17 \cdot 1000}{630} \cdot q_0^2 \cdot l^2 \cdot E \cdot F \cdot W_{\max}^3 = 0 \quad (25)$$

Уравнение (25) представим в виде кубического уравнения:

$$W_{\max}^3 + \frac{10 \cdot 630 \cdot T_0 \cdot q_0^2 \cdot l^4}{17 \cdot 1000 \cdot q_0^2 \cdot l^2 \cdot E \cdot F} \cdot W_{\max} - \frac{q_0^3 \cdot l^6 \cdot 630}{17 \cdot 1000 \cdot q_0^2 \cdot l^2 \cdot E \cdot F} = 0 \quad (26)$$

Уравнение (26) запишем в безразмерном виде:

$$\left(\frac{W_{\max}}{l} \right)^3 + 0,371 \cdot \frac{T_0}{E \cdot F} \cdot \frac{W_{\max}}{l} - 0,037 \cdot \frac{q_0 \cdot l}{E \cdot F} = 0 \quad (27)$$

Уравнение (27) устанавливает связь максимального прогиба W_{\max} с шириной ленты l , предварительным натяжением T_0 , распределённой по закону (14) нагрузкой, жёсткостью E и площадью сечения ленты F .

Для сравнительного анализа реакций в местах крепления полотна ленты конвейера при равномерном (см. выражения (3), (4)) и неравномерном (см. выражения (14), (15)) нагружении необходимо, чтобы интегральная нагрузка на участок полотна была одинаковой для обоих случаев нагружения.

Для установления такого равенства можно использовать следующий порядок расчёта:

- задаваясь величиной максимального нагружения для неравномерно распределённой нагрузки q_{0var} , следует определить интегральную нагрузку на участок полотна ленты конвейера:

$$\begin{aligned} Q_{var} &= \int_0^l q(x) dx = \frac{4 \cdot q_{0var}}{l} \cdot \int_0^l \left(x - \frac{x^2}{l} \right) dx = \\ &= \frac{4 \cdot q_{0var}}{l} \cdot \left(\frac{x^2}{2} - \frac{x^3}{3 \cdot l} \right) \Big|_0^l = \\ &= \frac{4 \cdot q_{0var}}{l} \cdot l^2 \cdot \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3} \right) = \frac{2}{3} \cdot q_{0var} \cdot l. \end{aligned} \quad (28)$$

- определить величину равномерно распределённой нагрузки q_0 :

$$q_0 = \frac{Q_{var}}{l} = \frac{2}{3} \cdot q_{0var} \quad (29)$$

- для заданных q_{0var} и q_0 при одинаковой ширине полотна l выполнить рас-

чѐт реакций в местах крепления участка полотна ленты конвейера.

Для расчѐтов используем данные механической прочности волокон, применяемых при изготовлении тканевых подложек резинотканевых конвейерных лент (см. табл. 1) [17-24].

Считаем, что нагрузку при перемещении материала несѐт на себе нить, соединяющая точки крепления ленты конвейера к пружинам (точки а и b на рис. 2).

Решение уравнений (13) и (27) выполним для заданных интервалов изменения величин:

$$\alpha = \frac{W_{max}}{l} = (0,005...0,05); \quad \beta = \frac{T_0}{EF} = (0,001...0,05); \quad \gamma = \frac{ql}{EF} = (0,0002...0,02).$$

Для указанных интервалов величин построим зависимости (11) и (13) для равномерно распределѐнной нагрузки. Зависимости позволят определить максимальное натяжение и максимальный прогиб в сечении ленты конвейера. При этом определится значение предварительного натяжения T_0 , которое должно быть реализовано поперечным натяжителем ленты конвейера – пружинами. Аналогичные (22) и (27) зависимости построим для неравномерной нагрузки. Решение получим для равномерно распределѐнной нагрузки $q_0 = 50$ Н/м и для неравномерно распределѐнной нагрузки $q_{0var} = 75$ Н/м. Все решения реализуем в программе для решения инженерных и математических задач Mathcad. Исходные данные для расчѐта и обозначения приведены на рисунке 6.

Таблица 1. Показатели механической прочности волокон

Корд	Модуль упругости, кН/мм ²	Ударная прочность, кН·см	Жесткость на изгиб, кН·см	Удлинение под нагрузкой равной 20% от разрывной прочности, %
Полиэфирный	12-16	16	14	1,0
Полиамидный	6-8	18	0,17	5,0

Для указанных интервалов величин построим зависимости (11) и (13) для равномерно распределѐнной нагрузки. Зависимости позволят определить максимальное натяжение и максимальный прогиб в сечении ленты конвейера. При этом определится значение предварительного натяжения T_0 , которое должно быть реализовано поперечным натяжителем ленты конвейера – пружинами. Аналогичные (22) и (27) зависимости построим для неравномерной нагрузки. Решение получим для равномерно распределѐнной нагрузки $q_0 = 50$ Н/м и для неравномерно распределѐнной нагрузки $q_{0var} = 75$ Н/м. Все решения реализуем в программе для решения инженерных и математических задач Mathcad. Исходные данные для расчѐта и обозначения приведены на рисунке 6.

Решение уравнения (11) и (27) в критериальной форме для определения максимального натяжения ленты представлено на рисунке 7. Для этих уравнений в критериальной форме отличие заключается в величине коэффициента свободного члена ω : для уравнения (11) этот коэффициент равен 1/24, а для

уравнения (27) коэффициент равен 1/37,06. То есть для одинаковых значений коэффициента ω величина предварительного натяжения T_0 для уравнения (27) больше в 1,835 раза, чем для уравнения (11).

Исходные данные и обозначения:

длина пролета, м:		$L = 2 \cdot m$
распределенная нагрузка от собственного веса ленты и груза на ней, кН/м:		$q = 50 \cdot \frac{N}{m}$
ширина ленты, м	$b = 1 \cdot 10^{-3} \cdot m$	$a = 1 \cdot 10^{-3} \cdot m$
высота ленты, м		$FL = a \cdot b$
площадь сечения ленты, м ²		$FL = 1 \times 10^{-6} \cdot m^2$
предварительное натяжение ленты (в ненагруженном состоянии), кН:		$T_0 = 5 \cdot N$
модуль упругости материала ленты, кН/м ² :		$EL = 8 \cdot 10^6 \cdot \frac{N}{m^2}$
максимальный прогиб ленты в пролете, м:		W_{max}
максимальное натяжение ленты, кН:		T_{max}

Рисунок 6. Исходные данные

$$\omega := \frac{1}{24} \left(\frac{q \cdot L}{T_0} \right)^2 \cdot \frac{EL \cdot FL}{T_0} \quad \omega = 14.098$$

```

Rμ := | i ← 0
      | for ω ∈ 0.2, 0.3..40
      |   v ← ( -ω
      |         0
      |        -1
      |         1 )
      |   r ← polyroots(v)
      |   ki,1 ← r2
      |   ki,0 ← ω
      |   i ← i + 1
      | k
  
```

$$\mu^3 - \mu^2 - \omega = 0$$

$R_{\mu}^{(i)}$

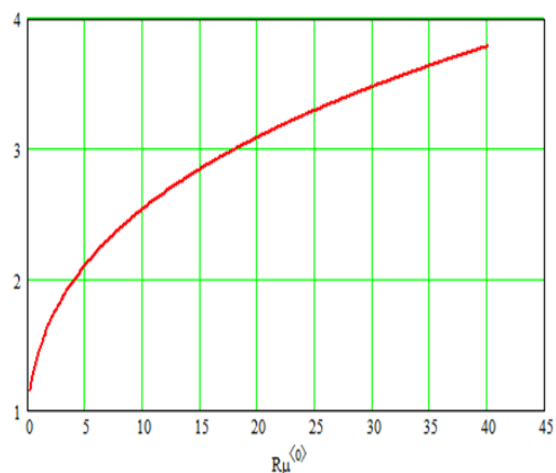


Рисунок 7. Решение уравнения (11)

Решение на рисунке 7 получено численно, для его аналитического описания построим линию регрессии в виде полинома 7-й степени. На рисунке 8 изображение решения уравнения (11) и линии регрессии, наложенные друг на друга.

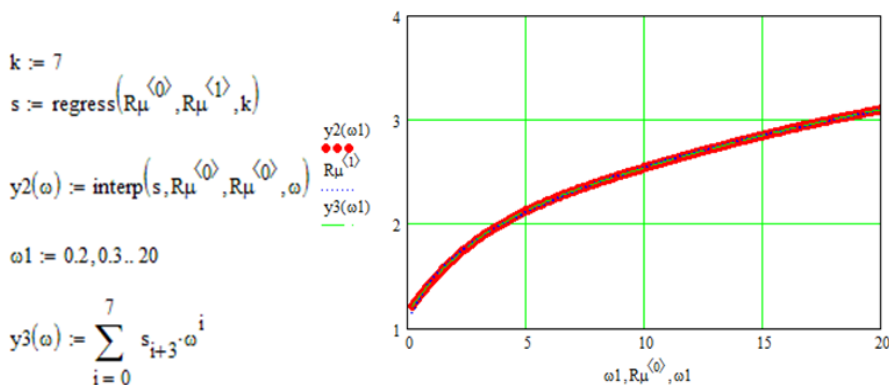


Рисунок 8. Отображение решения уравнения (11) линией регрессии

Уравнение регрессии позволяет получить численное значение величины максимального натяжения T для заданных исходных данных. Варьируя величиной T_o , получим значение натяжения, возникающие в нити ленты. На рисунке 9 представлены кривые изменения натяжения полотна ленты для различных значений предварительного натяжения T_o .

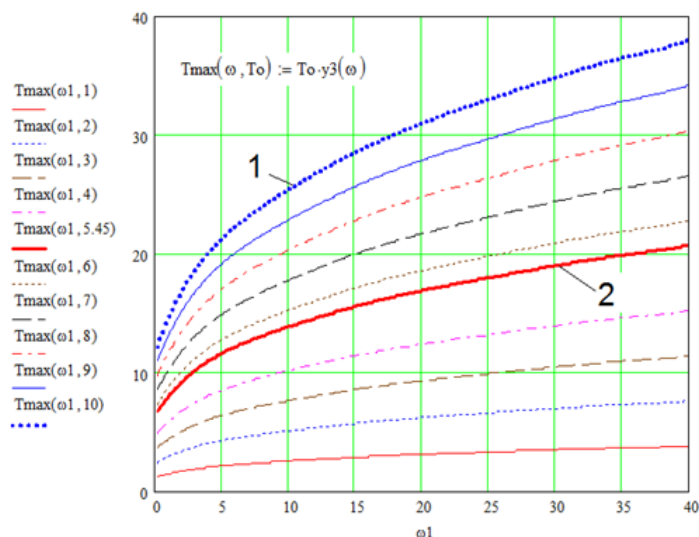


Рисунок 9. Зависимость натяжения нити ленты от параметра ω для различных значений предварительного натяжения T_o

Линии 1 и 2 на рисунке 9 соответствуют одинаковому значению коэффициента ω для равномерного и неравномерного нагружения ленты соответственно. При неравномерном нагружении величина предварительного натяжения в 1,835 раза меньше, чем при равномерном нагружении. Таким образом, при одинаковой интегральной нагрузке и свойствах полотна начальное натяжение и натяжение при нагрузке для равномерного распределения нагрузки будут иметь более высокие значения. Это, соответственно, определяет необходимость применения

ния более жёстких пружин и более жёсткой цепи при равномерной нагрузке полотна по его ширине.

Определение максимального прогиба ленты. Для выбранных диапазонов величин β и γ построим семейство решений уравнений (13) и (27) в критериальной форме (см. рис. 10). Для исходных данных получим значение максимального прогиба ленты конвейера при равномерном нагружении для предварительного натяжения $To=50$ Н (см. рис. 11). Величина максимального прогиба составляет 50 мм, что допустимо для выбранных исходных данных и конструктивных параметров конвейера. На рисунке 12 приведено решение для максимального прогиба при неравномерном нагружении для величины предварительного натяжения, соответствующей расчёту для равномерного нагружения, то есть для $To=50$ Н.

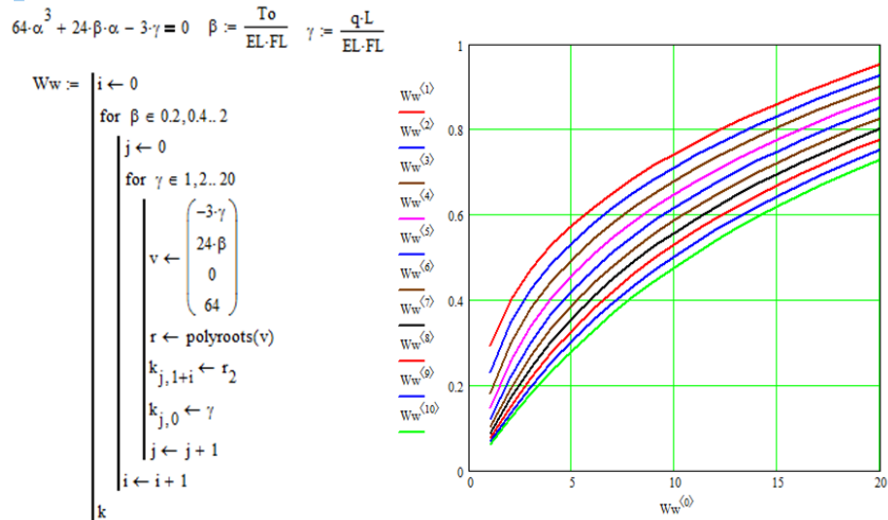


Рисунок 10. Решение уравнения (13)

$To := 50 \text{ N}$

$64\alpha^3 + 24\beta\alpha - 3\gamma = 0 \quad \beta := \frac{To}{EL \cdot FL} \quad \gamma := \frac{q \cdot L}{EL \cdot FL}$

$p := \begin{pmatrix} -3\gamma \\ 24\beta \\ 0 \\ 64 \end{pmatrix} \quad \beta = 6.25 \quad \gamma = 1.25$

$Rez := \text{polyroots}(p)$

$Rez = \begin{pmatrix} -0.012 - 1.531i \\ -0.012 + 1.531i \\ 0.025 \end{pmatrix}$

$\alpha := Rez_2 \quad Wmax := L \cdot \alpha \quad Wmax = 0.05 \text{ m}$

Рисунок 11. Вычисление максимального прогиба ленты при равномерном нагружении при $To = 50$ Н

Как следует из решения, величина максимального прогиба составляет 40 мм, что меньше, чем для равномерного распределения. Однако, при неравномерном нагружении величина предварительного натяжения должна быть в 1,835 раза меньше, как показал сравнительный анализ натяжения, выполненный выше.

$$T_0 := \frac{50 \cdot N}{1}$$

$$1 \cdot \alpha^3 + 0.371 \cdot \beta \cdot \alpha - 0.037 \cdot \gamma = 0 \quad \beta := \frac{T_0}{EL \cdot FL} \quad \gamma := \frac{q \cdot L}{EL \cdot FL}$$

$$p := \begin{pmatrix} -0.037 \cdot \gamma \\ 0.371 \cdot \beta \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \beta = 6.25 \quad \gamma = 1.25$$

$$\text{Rez} := \text{polyroots}(p)$$

$$\text{Rez} = \begin{pmatrix} -9.971 \times 10^{-3} + 1.523i \\ -9.971 \times 10^{-3} - 1.523i \\ 0.02 \end{pmatrix}$$

$$\alpha := \text{Rez}_2 \quad W_{\max} := L \cdot \alpha \quad W_{\max} = 0.04 \text{ m}$$

Рисунок 12. Вычисление максимального прогиба ленты при неравномерном нагружении при $T_0=50$ Н

При предварительном натяжении, равном $T_0/1,835 = 27,25$ Н расчёт максимального прогиба приведен на рисунке 13. Как следует из расчёта, величина максимального прогиба равна 73 мм, что в 1,463 раза больше, чем при равномерном нагружении при идентичных условиях.

Выполним анализ изменения натяжения полотна ленты при изменении предварительного натяжения и ширины ленты.

Для исходных данных, принятых выше, пользуясь зависимостями в критериальной форме (11) и (27), определим соотношение предварительного натяжения T_0 и натяжения T ленты для ряда значений её ширины от 1,5 м до 0,7 м. Для этого, используя решение уравнений (11) и (27) в виде регрессионной зависимости, построим зависимости $T(T_0)$ для различных значений ширины ленты.

Для решения задачи для равномерного нагружения составим программы расчёта в системе Mathcad (см. рис. 14). Отличием программ для неравномерного нагружения от программ на рисунке 14 является замена в выражениях для коэффициента критериального уравнения ω (в программе использовано обозначение ωI) знаменателя первого сомножителя с 24 на 37.

$$\begin{aligned}
 T_0 &:= \frac{50 \cdot N}{1.835} & T_0 &= 27.248 \text{ N} \\
 1 - \alpha^3 + 0.371 \cdot \beta \cdot \alpha - 0.037 \cdot \gamma &= 0 & \beta &:= \frac{T_0}{EL \cdot FL} & \gamma &:= \frac{q \cdot L}{EL \cdot FL} \\
 p &:= \begin{pmatrix} -0.037 \cdot \gamma \\ 0.371 \cdot \beta \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix} & \beta &= 3.406 & \gamma &= 1.25 \\
 Rez &:= \text{polyroots}(p) \\
 Rez &= \begin{pmatrix} -0.018 - 1.125i \\ -0.018 + 1.125i \\ 0.037 \end{pmatrix} \\
 \alpha &:= Rez_2 & W_{max} &:= L \cdot \alpha & W_{max} &= 0.073 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Рисунок 13. Вычисление максимального прогиба ленты при неравномерном нагружении при $T_0 = 27,25 \text{ Н}$

Программа R15 рассчитывает зависимость $T(T_0)$ для $L = 1,5 \text{ м}$; программа R13 – для $L = 1,3 \text{ м}$; программа R10 – для $L = 1,0 \text{ м}$; программа R07 – для $L = 0,7 \text{ м}$.

Графики зависимостей для всех расчетов для случая равномерного нагружения приведены на рисунке 15, для случаев неравномерного нагружения графическое решение приведено на рисунке 16.

```

R15 := | i ← 0
      | for To ∈ 625..N.. 1000·N
      |   ω1 ← 1/24 · (q·1.5·m)² · EL·FL / To
      |   Ti,1 ← To·y3(ω1)
      |   Ti,0 ← To
      |   i ← i + 1
      | T

R13 := | i ← 0
      | for To ∈ 565..N.. 1000·N
      |   ω1 ← 1/24 · (q·1.3·m)² · EL·FL / To
      |   Ti,1 ← To·y3(ω1)
      |   Ti,0 ← To
      |   i ← i + 1
      | T

R10 := | i ← 0
      | for To ∈ 470..N.. 1000·N
      |   ω1 ← 1/24 · (q·1.0·m)² · EL·FL / To
      |   Ti,1 ← To·y3(ω1)
      |   Ti,0 ← To
      |   i ← i + 1
      | T

R07 := | i ← 0
      | for To ∈ 366..N.. 1000·N
      |   ω1 ← 1/24 · (q·0.7·m)² · EL·FL / To
      |   Ti,1 ← To·y3(ω1)
      |   Ti,0 ← To
      |   i ← i + 1
      | T
    
```

Рисунок 14. Программы расчёта зависимости $T(T_0)$

Как следует из графиков, уменьшение ширины ленты позволяет существенно уменьшить её натяжение и, соответственно, снизить боковую нагрузку на упорные ролики комбинированной ленты (поз. 9 на рис. 1).

Кривая изменения натяжения для каждого рассматриваемого случая имеет минимум, то есть для каждого значения ширины ленты конвейера существует диапазон величин предварительного натяжения, обеспечивающий минимальную нагрузку на элементы конструкции конвейера, предотвращающие стягивание полотна ленты конвейера к его осевой линии.

При нелинейном нагружении оптимальные значения предварительного натяжения ниже, чем при равномерном нагружении.

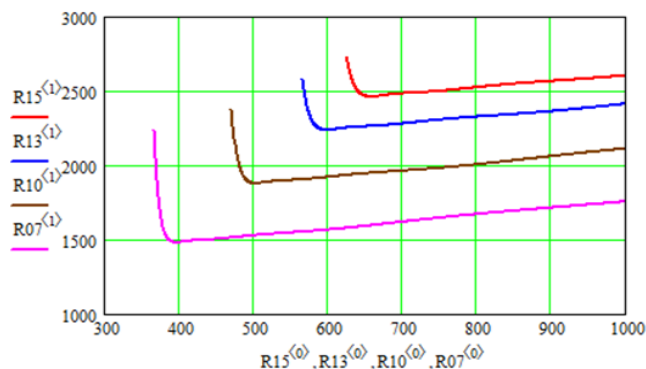


Рисунок 15. Зависимости $T(T_o)$ для равномерного нагружения полотна

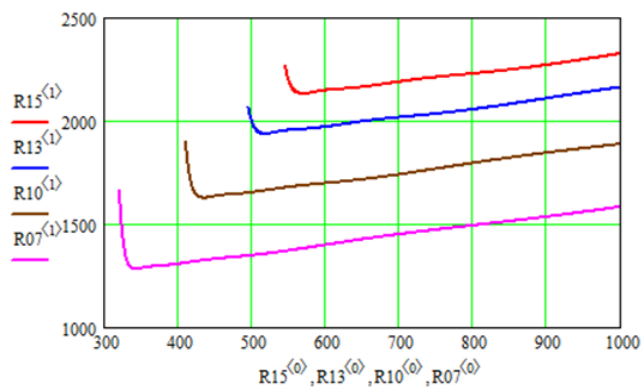


Рисунок 16. Зависимости $T(T_o)$ для неравномерного нагружения полотна

Выводы. Определена величина предварительного натяжения ленты, обеспечивающая допустимое натяжение в нагруженном состоянии. Для этих условий определен максимальный прогиб ленты конвейера. Выполнен сравнительный анализ натяжения полотна и его прогиба для случаев равномерного и неравномерного нагружения полотна ленты в поперечном сечении. Получено, что равномерное нагружение приводит к наибольшим величинам натяжения ленты и, соответственно, наибольшим реакциям в местах её крепления к пружинам. При неравномерном нагружении при идентичных условиях работы транспортёра прогиб полотна имеет большее значение, чем при равномерном нагружении.

Разработана методика расчёта статического неравномерного нагружения комбинированной ленты конвейера, представляющей собой нежёсткую ленту с

плоской поддерживающей постелью, соединённую с тяговыми цепями упругими элементами – витыми цилиндрическими пружинами. Методика позволяет для заданных вида и ширины ленты, удельной нагрузки на ленту и предварительного поперечного натяжения рассчитать действующее поперечное натяжение пружины и величину прогиба ленты. С использованием разработанной методики выполнен анализ статического нагружения нежесткой ленты из полиамидного волокна шириной 2000 мм при нагрузках, соответствующих режимам нагружения горизонтального конвейера устройства инфракрасной сушки семян полевых культур. Выполнен сравнительный анализ натяжения полотна ленты и её максимального прогиба для случаев равномерного и неравномерного нагружения. Установлено, что при неравномерном нагружении величина натяжения полотна ниже, а величина максимального прогиба выше, чем при равномерном нагружении. Для эффективной работы ленты конвейера устройства инфракрасной сушки необходимо обеспечивать равномерное нагружение полотна ленты. Естественное появление неравномерности при движении равномерно распределённых по ширине ленты семян является негативным для процесса их сушки и вентиляции, но не ухудшает условия механической работоспособности комбинированной ленты, а улучшает их, так как боковые нагрузки на ленту снижаются. Установлено, что для заданного диапазона рабочих режимов комбинированной ленты конвейера существует зона значений предварительного натяжения, обеспечивающая минимальное значение натяжения ленты конвейера в ходе её работы. Разработанная методика является расчётной основой для проектирования комбинированной ленты конвейера.

Список использованных источников:

1. Берлин Н.П. Погрузочно-разгрузочные, транспортирующие и вспомогательные машины и устройства. – Гомель: БГУ, 2005. – 326 с.
2. Ефременков А.Б., Казанцев А.А., Блащук М.Ю. Горные машины и оборудование. – Томск: ТПУ, 2009. – 153 с.
3. Тарнопольский А.В., Курносов Н.Е., Корнилаева Л.П., Измайлов Ю.К. Проектирование ленточного конвейера. – Пенза: ПГУ, 2009. – 55 с.
4. Тураев Н.С., Брус И.Д., Кантаев А.С. Расчёт ленточного портёра. – Томск: ТПУ, 2014. – 27 с.
5. Теория и расчет ленточных конвейеров Л.Г. Шахмейстер,

References:

1. Berlin N.P. Loading and unloading, transporting and auxiliary machines and devices. – Gomel: BSU, 2005. – 326 p.
2. Efremenkov A.B., Kazantsev A.A., Blashchuk M.Yu. Mining machines and equipment. – Tomsk: TPU, 2009. – 153 p.
3. Tarnopolsky A.V., Kurnosov N.E., Kornilaeva L.P., Izmailov Yu.K. Design of a belt conveyor. – Penza: PSU, 2009. – 55 p.
4. Turaev N.S., Brus I.D., Kantaev A.S. Calculation of the belt conveyor. – Tomsk: TPU, 2014. – 27 p.
5. Theory and calculation of belt conveyors L.G. Shakhmeister, V.G.

- В.Г. Дмитриев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 336 с.: ил.
6. Конвейеры: Справ./Ю.А. Пертен. – М.: Машиностроение, 1984. – 367 с.
7. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины: Учеб. пособие для машиностроительных вузов.– 3-е изд. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.
8. Зенков Р.Л., Ивашков И.И., Колобов Л.Н. Машины непрерывного транспорта. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.: ил.
9. Мусияченко Е.В. Машины непрерывного транспорта. Версия 1.0. (Электронный ресурс): учебное пособие.
10. Ивашков И.И. Монтаж, эксплуатация и ремонт подъемно-транспортных машин: учеб. для машиностроительных вузов. – М.: Машиностроение, 1981. – 335 с.: ил.
11. Катрюк И.С. Машины непрерывного транспорта. Конструкции, проектирование и эксплуатация: учеб. пособие – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2006. – 266 с.
12. Зенков Р.Л. Машины непрерывного транспорта: учеб. для студентов вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.: ил.
13. Волков Р.А., Гнутов А.Н., Дьячков В.К. и др. Конвейеры: справ. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отделение, 1984. – 367 с.: ил.
14. Александров М.Н. Подъемно-транспортные машины: Атлас конструкций / М.Н. Александров, Д.Н. Решетов – М.: Машиностроение, 1973. – 256 с.
- Dmitriev. – 2nd publication, reprint and additional – М.: Mechanical Engineering, 1987 – 336 p.: ill.
6. Conveyors: Reference / Yu.A. Perten. – М.: Mechanical engineering, 1984. – 367 p.
7. Spivakovsky A.O., Dyachkov V.K. Transporting machines: Textbook for engineering universities. – 3rd publication. – Moscow: Mashinostroenie, 1983. – 487 p.
8. Zenkov R.L., Ivashkov I.I., Kolobov L.N. Machines of continuous transport. – 2nd publication, reprint and additional – М.: Mechanical Engineering, 1987 – 432 p.: ill.
9. Musiyachenko E.V. Machines of continuous transport. Version 1.0. (Electronic resource): textbook.
10. Ivashkov I.I. Installation, operation and repair of lifting and transport machines: textbook. for engineering universities. – М.: Mechanical Engineering, 1981 – 335 p.: ill.
11. Katryuk I.S. Machines of continuous transport. Constructions, design and operation: studies manual - Krasnoyarsk: KSTU, 2006. – 266 p.
12. Zenkov R.L. Machines of continuous transport: studies. for university students – 2nd publication, reprint and additional – М.: Mechanical Engineering, 1987 – 432 p.: ill.
13. Volkov R.A., Gnutov A.N., Dyachkov V.K. and other. Conveyors: reference. – L.: Mechanical engineering, Leningr. department, 1984 – 367 p.: ill.
14. Alexandrov M.N. Lifting and transport machines: Atlas of structures / M.N. Alexandrov, D.N. Reshetov – М.: Mechanical Engineering, 1973. – 256 p.
15. Levinson V.P. Transport devices

15. Левинсон В.П. Транспортные устройства непрерывного действия / В.П. Левинсон – М.: Mashgiz, 1978. – 564 с.
16. Приводы машин: Справочник / В.В. Длоугий, Т.И. Муха, А.П. Цупиков, Б.В. Януш – Л.: Машиностроение, 1982. – 383 с.
17. Спиваковский А.О. Транспортирующие машины: Атлас конструкций – М.: Машиностроение, 1969. – 116 с.
18. Спиваковский А.О. Транспортирующие машины – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.
19. Тарнопольский А.В., Курносов Н.Е. и др. Проектирование ленточного конвейера, Пенза: ПензГУ, 2009. – 60 с.
20. Биличенко Н.Я., Высочин Е.М., Завгородний Е.Х. Эксплуатационные режимы ленточных конвейеров, Киев. Техника, 1964. – 263 с.
21. Спиваковский А.О., Дьячков В.К. Транспортирующие машины. М. Машиностроение, 1968. – 504 с.
22. Спиваковский А.О., Дмитриев В.Г. Вопросы уточнения методики тягового расчета ленточного конвейера // Горная электромеханика и механизация горных работ. М. Недра. – 1969. – С. 234-247.
23. Спиваковский А.О., Дмитриев В.Г. Теоретические основы расчета ленточных конвейеров. М. Наука. – 1977. – 154 с.
24. Спиваковский А.О., Дмитриев В.Г. Теория ленточных конвейеров. М. Наука. – 1982. – 191 с.
- of continuous action / V.P. Levinson – М.: Mashgiz, 1978 – 564 p.
16. Drives of machines: Handbook / V.V. Dlougiy, T.I. Mukha, A.P. Tsupikov, B.V. Yanush – L.: Mashinostroenie, 1982. – 383 p.
17. Spivakovsky A.O. Transporting machines: Atlas of structures – М.: Mechanical Engineering, 1969. – 116 p.
18. Spivakovsky A.O. Transporting machines – М.: Mechanical Engineering, 1983. – 487 p.
19. Tarnopolsky A.V., Kurnosov N.E. et al. Belt conveyor design, Penza: Penza State University, 2009. – 60 p.
20. Bilichenko N.YA., Vysochin E.M., Zavgorodny E.H. Operational modes of belt conveyors, Kiev. Technic, 1964. – 263 p.
21. Spivakovsky A.O., Dyachkov V.K. Transporting machines. М. Mechanical engineering, 1968. – 504 p.
22. Spivakovsky A.O., Dmitriev V.G. Questions of clarifying the methods of traction calculation of a belt conveyor // Mining electromechanics and mechanization of mining operations. М. Nedra, 1969. – p. 234-247.
23. Spivakovsky A.O., Dmitriev V.G. Theoretical foundations of the calculation of belt conveyors. М. Nauka, 1977. – 154 p.
24. Spivakovsky A.O., Dmitriev V.G. Theory of belt conveyors. М. Nauka, 1982. – 191 p.

Сведения об авторах:

Воложанинов Сергей Сергеевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: s.volozhaninov@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Завалий Алексей Алексеевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: zavalym@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Волобуев Дмитрий Дмитриевич – обучающийся 1-го курса магистратуры направления подготовки «Агроинженерия» Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: volobyev99@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Воложанинова Валерия Сергеевна – обучающийся 1-го курса магистратуры направления подготовки «Агроинженерия» Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: leerrlera@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь,

Information about the authors:

Volozhaninov Sergey Sergeevich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of «All-technical disciplines» of the Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: s.volozhaninov@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Zavaly Alexey Alekseyevich – Doctor of of Technical Sciences, Associate Professor, the Head of the Department of «All-technical disciplines» of the Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: zavalym @mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Volobuev Dmitry Dmitrievich – a student of the 1st year of the Master's degree of the Direction of training "Agroengineering" of the Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: volobyev99@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Volozhaninova Valeria Sergeevna – a student of the 1st year of the Master's degree of the Direction of training "Agroengineering" of the Institute "Agrotechnological academy"

поль, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: leerrlera@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia. FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University» Republic of Crimea, Simferopol, Agrarnoe.

УДК 664.8.039.51+66.047.4/.5

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ
ОПРЕДЕЛЕНИЕ
ХАРАКТЕРИСТИК
ПРОЦЕССА СУШКИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО
СЫРЬЯ В КОМПАКТНОМ
УСТРОЙСТВЕ
ДИНАМИЧЕСКОЙ
ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ**

Сергеев М.А., аспирант;
ФГБОУ ВО «Донской государствен-
ный технический университет»;
Завалий А.А., доктор технических
наук, доцент;
Ермолин Д.В., кандидат технических
наук, доцент;
Институт «Агротехнологическая ака-
демия» ФГАОУ ВО «Крымский феде-
ральный университет имени В.И. Вер-
надского».

*Для оценки удельных энергетиче-
ских затрат и продолжительности
процесса сушки в оригинальном ком-
пактном устройстве динамической
инфракрасной сушки и компактном
устройстве конвективной сушки вы-
полнены сравнительные сушки вино-
градной выжимки из свежего вино-
града сорта каберне. Получено, что
динамическая инфракрасная сушка в
компактном устройстве позволяет
получить продукт сушки влажностью
7 % из виноградной выжимки исходной
влажностью 70 % за 13 часов суш-
ки при температуре сырья 60 °C при
затратах энергии на процесс сушки
2,314 кВт-ч/кг сырья или 3,510 кВт-ч/кг
испарённой влаги. Установлено, что*

**EXPERIMENTAL
DETERMINATION OF THE
CHARACTERISTICS OF
THE DRYING PROCESS
OF AGRICULTURAL RAW
MATERIALS IN A COMPACT
DEVICE FOR DYNAMIC
INFRARED DRYING**

Sergeev M.A., post-graduate student;
FSFEI NI «Don State Technical
University»;
Zavaliy A.A., Doctor of Technical
Sciences, Associate Professor;
Ermolin D.V., Candidate of Technical
Sciences, Associate Professor;
Institute «Agrotechnological Academy»
of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky
Crimean Federal University».

*Comparative drying grape pomace
from cabernet variety fresh grapes that
was carried out for estimating specific
power consumption and drying process
duration in the original compact device
of dynamic infra-red drying and the
convective drying compact device. It
was found that dynamic infra-red drying
in a compact device allows to obtain a
product with 7 % moisture content from
grape-press with 70 % initial moisture
content during 13 hours of drying at
temperature of 60 °C at consumption
of energy for drying process of
2.314 kWh/kg raw material or
3.510 kWh/kg of evaporated moisture. It
is found that reduction of raw material
temperature during drying leads to an*

снижение температуры сырья в ходе сушки приводит не только к увеличению продолжительности, но и к увеличению удельных затрат энергии на процесс сушки.

В сравнении с сушкой в конвективном компактном устройстве динамическая инфракрасная сушка является более эффективной как по удельным затратам энергии, так и по продолжительности сушки. Так, при сушке при температуре сырья 60 °С удельные затраты инфракрасной сушки на 20 % ниже, чем при конвективной, в продолжительность сушки меньше на 32 %. При снижении температуры сырья в ходе сушки разница в затратах энергии и продолжительности сушки растёт.

Ключевые слова: динамическая инфракрасная сушка, конвективная сушка, растительное сырьё, энергетические затраты, продолжительность сушки.

increase in both duration and specific energy consumption for drying process.

In comparison with drying in a convective compact device, dynamic infrared drying is more effective both in terms of specific energy consumption and drying time. Thus, when drying on raw material 60 °C temperature, the specific costs of infrared drying are 20 % lower than for convective drying, and the duration of drying is 32 % shorter. As the raw material temperature decreases during drying, the difference in energy consumption and drying time grows.

Key words: dynamic infrared drying, convective drying, plant raw materials, energy consumption, drying time.

Введение. Для сушки сельскохозяйственного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ, такого как ягоды, фрукты, эфирноносные и лекарственные травы, стевия, выжимка винограда нами разрабатываются компактные устройства динамической инфракрасной сушки.

Под динамической сушкой мы понимаем циклически изменяющееся во времени тепловое воздействие на сырьё в ходе сушки. Такое воздействие оказывается на сырьё как в камерных, так и в конвейерных устройствах конвективного, инфракрасного и СВЧ типов [1-4]. В камерных устройствах циклы термического воздействия на сырьё осуществляются релейным регулированием температуры сырья или агента сушки, в инфракрасных и СВЧ конвейерных устройствах циклы реализуются перемещением сырья между излучателями, установленными на некотором расстоянии друг от друга. Малая инерционность излучателей в инфракрасных и СВЧ устройствах сушки позволяет создавать более динамичное тепловое воздействие на сырьё, которое называют импульсным и рассматривают как способ интенсификации процесса сушки [5-7].

Целью настоящей работы является определение удельных энергетических затрат и продолжительности динамической инфракрасной сушки растительно-

го сырья на примере виноградной выжимки, полученной из свежего винограда сорта каберне, в компактном устройстве, а также сравнение указанных характеристик процесса сушки с характеристиками конвективной сушки в компактном устройстве.

Материал и методы исследований. Схема разрабатываемого нами компактного многоярусного шкафного устройства динамической инфракрасной сушки приведена на рис. 1. Устройство состоит из сушильной камеры 1 и расположенных в камере ярусами сетчатых лотков 2 для сырья. На подвижной каретке 4, снабжённой управляемым приводом, между лотками установлены инфракрасные (ИК) излучатели 3 трубчатой формы так, что каждый лоток имеет над собой и под собой инфракрасный излучатель. Каретка имеет возможность перемещаться возвратно-поступательно вдоль лотков по направляющим 5. В донной части камеры выполнены отверстия 6 для забора воздуха в объём камеры, а в верхней части камеры для удаления из объёма камеры испарённой влаги установлены вытяжные вентиляторы 7.

Движущиеся между лотками линейные трубчатые излучатели обеспечивают равномерный подвод теплоты ко всей поверхности высушиваемого сырья как сверху, так и снизу. Расстояние между лотками ограничивается наружным диаметром излучателя и толщиной слоя сырья на лотке и может составлять не более 40 мм. Движение излучателя как локального источника нагрева обеспечивает динамические условия передачи тепловой энергии поверхности сырья, реализуя тем самым тепловые волны или. Сырьё размещается на лотках устройства целыми ягодами, нарезанными ломтиками фруктов, слоем листьев или выжимки винограда толщиной до 25 мм. Сушка в устройстве осуществляется по заданному значению температуры сырья, для чего в сырьё размещают измерительный преобразователь температуры (термопару), измерительный сигнал которого подаётся на контроллер температуры, управляющий электрическим питанием ИК излучателей.

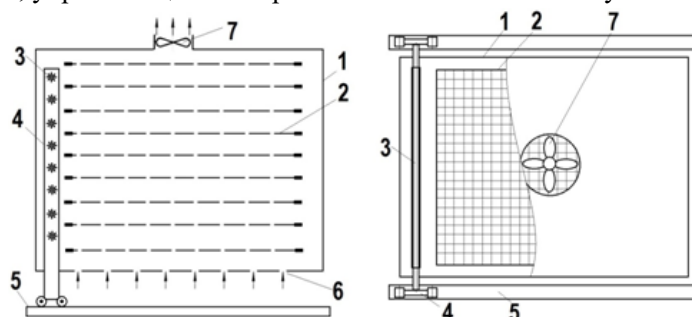


Рисунок 1. Схема многоярусного шкафного устройства инфракрасной сушки сельскохозяйственного растительного сырья

Для экспериментального определения энергетических затрат на процесс сушки, скорости сушки и влажности продукта сушки нами изготовлено компактное устройство динамической инфракрасной сушки, общий вид которого представлен на рис. 2.

Устройство содержит 8 ярусов, расстояние между которыми составляет 65 мм. На ярусе размещаются два лотка размерами 1000х650 мм, то есть площадь размещения сырья на каждом ярусе составляет 1,3 м². Между ярусами установлены ИК излучатели, выполненные из фехральной спиральной проволоки, помещённой в трубку кварцевого стекла диаметром 10 мм. Электрическая мощность ИК излучателя – 1000 Вт. Длина ИК излучателя составляет 1000 мм.



Рисунок 2. Общий вид компактного шкафного устройства динамической инфракрасной сушки спереди слева (а) и сзади справа (б)

Для снижения потока теплового излучения от ИК излучателя за пределы лотков с сырьём для сушки на излучателях установлены плоские зеркально отражающие экраны (см. рис. 3) так, что отражённое излучение попадает на поверхность лотков с сырьём. Экраны выполнены из листового аланода (зеркально полированного анодированного листового алюминия) толщиной 0,4 мм. Длина экрана составляет 1000 мм, высота – 40 мм. Подключение каждого ИК излучателя к сети электрического питания автономно, что позволяет использовать только требуемое для выполняемого процесса сушки количество излучателей при неполной загрузке устройства сырьём.

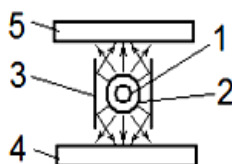


Рисунок 3 – Схема ИК излучателя:

1 – спираль ИК излучателя; 2 – трубка из кварцевого стекла; 3 – зеркальный отражатель; 4 – нижний лоток; 5 – верхний лоток

В качестве вытяжных вентиляторов в устройстве использованы 4 вентилятора FD8038A2HS потребляемой мощностью не более 16 Вт и объёмной производительностью до 40 м³/ч.

Для определения характеристик процесса сушки использовали измерительные приборы: таймер, весы тензометрические, счётчик расходования электроэнергии. Экспериментальное исследование процесса сушки выполняли при

сушке виноградной выжимки, полученной в результате прессования свежего винограда сорта каберне. В ходе эксперимента использовали 1 ярус устройства динамической инфракрасной суши, для сушки сырья включали два ИК излучателя, размещённые над и под лотками с сырьём.

Для сравнения характеристик процесса сушки использовали компактное устройство конвективной суши «Люкс Электросушилка ЭСБ «ВОЛТЕРА-1000» потребляемой мощностью 1000 Вт [4]. Устройство содержит 5 круговых лотков-решёт наружным диаметром 388 мм, размещённых друг на друге на расстоянии 40 мм. Устройство автоматически поддерживает температуру агента сушки в пределах от 40 до 60 °С и обеспечивает высокий уровень равномерности процесса сушки в объёме устройства [8].

Сушку осуществляли параллельно в обоих устройствах в течение 22 часов для 3-х температурных режимов: 40 °С, 50 °С, 60 °С. Для создания идентичных условий сушки сырьё размещали на лотках обоих устройств так, чтобы масса сырья на единицу площади лотков устройств была одинакова: на лоток конвективного устройства размещали 0,8 кг сырья, а на лоток инфракрасного устройства – 4,5 кг сырья. Скорость движения каретки с ИК излучателями в ходе сушек составляла 0,1 м/с.

Показания массы и расхода электроэнергии регистрировали 1 раз в час. Конвективное устройство сушки в ходе экспериментов располагалось на весах, что позволяло регистрировать изменение массы, не вмешиваясь в работу устройства. Для регистрации значений массы сырья в устройстве ИК сушки лотки вынимали из устройства и размещали на весах.

Результаты и обсуждение. Для каждого температурного режима выполнено по 4 сушки. В результате получены зависимости убыли массы сырья и затрат энергии от продолжительности сушки. На рис. 4 приведены зависимости убыли массы сырья в ходе сушки в конвективном и инфракрасном устройствах, а на рис. 5 – зависимости затрат энергии на испарение 1 кг влаги.

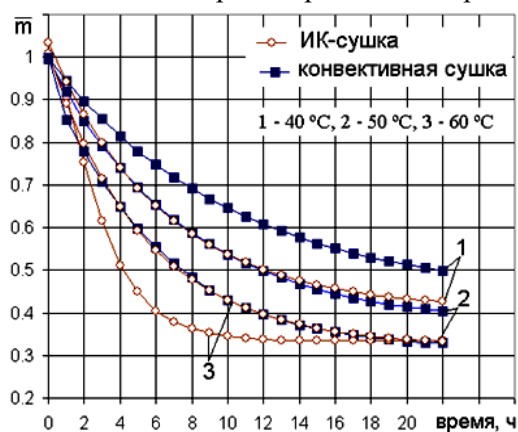


Рисунок 4 – Зависимости убыли массы сырья в ходе сушки от продолжительности сушки

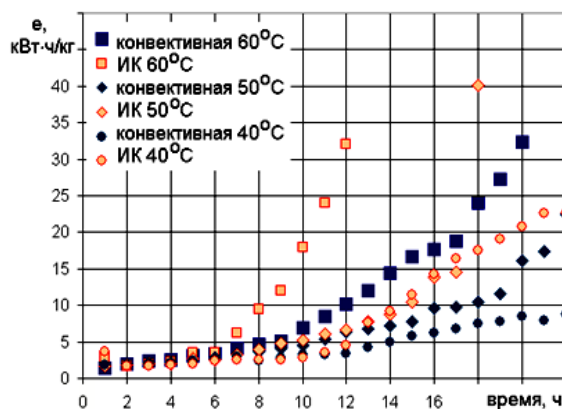


Рисунок 5. Зависимости затрат энергии на испарение 1 кг влаги от продолжительности сушки

После сушки досушиванием продукта инфракрасной сушки в сухожаровом шкафу определили массу сухого вещества и, соответственно, конечную влажность продукта сушки φ_n и исходную влажность сырья φ_0 . Влажность сырья составила $69 \pm 1,5$ %. Конечная влажность продукта после инфракрасной сушки в течение 22 часов при 60°C составила $\varphi_n = 6,2 \pm 0,3$ %, при 50°C $\varphi_n = 12,1 \pm 0,35$ %, при 40°C $\varphi_n = 28,1 \pm 0,43$ %.

По данным исходной влажности сырья и убыли массы рассчитаны кривые сушки (см. рис. 6).

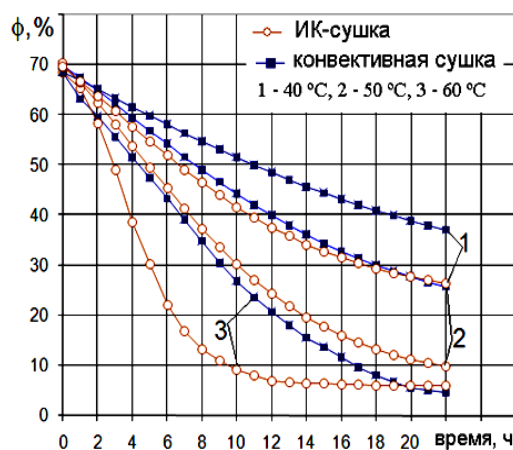


Рисунок 6. Кривые сушки виноградной выжимки в инфракрасном и конвективном компактных устройствах

Сравнение затрат энергии на процесс сушки и продолжительности сушки выполняли для фиксированных значений влажности продукта сушки φ_n : для сушки при температуре 60°C – $\varphi_n = 7$ % (влажность, обеспечивающая длительную сохранность в продукте сушки биологически активных веществ), для сушки при температуре 50°C – $\varphi_n = 25$ % (минимально достигнутая влаж-

ность при конвективной сушке на данном режиме), для сушки при температуре 40 °С – $\varphi n = 36$ % (минимально достигнутая влажность при конвективной сушке на данном режиме). В таблице 1 приведены усреднённые величины энергетических затрат процесса сушки на 1 кг сырья и на 1 кг испарённой влаги, а также время сушки для заданных величин влажности продукта сушки.

Таблица 1. Параметры эффективных режимов сушки для данных на рисунке 3

φn , %	Итоговые затраты, кВт·ч/кг сырья			Итоговые затраты, кВт·ч/кг влаги			Время сушки, ч		
	60 °С	50 °С	40 °С	60 °С	50 °С	40 °С	60 °С	50 °С	40 °С
конвективная сушка									
7	2,952			4,402			19		
25	1,774	2,312		2,645	3,865		11	21	
36	1,310	1,405	1,650	1,952	2,348	3,248	8	12	22
инфракрасная сушка									
7	2,314			3,510			13		
25	1,431	1,624		2,170	2,598		6	12	
36	1,047	1,050	1,193	1,588	1,680	2,328	4	7	12

На рис. 7 приведены диаграммы отношений затрат энергии и времени инфракрасной сушки к затратам энергии и времени конвективной сушки.

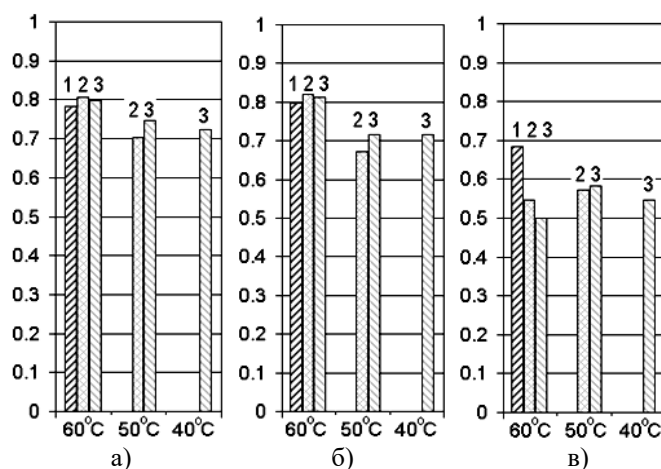


Рисунок 7. Отношение затрат энергии и времени инфракрасной сушки к затратам энергии и времени конвективной сушки: затраты энергии в кВт·ч/кг сырья (а), затраты энергии в кВт·ч/кг испарённой влаги (б), время сушки (в) для заданных величин влажности продукта сушки
 1 – $\varphi n = 7$ %; 2 – $\varphi n = 25$ %; 3 – $\varphi n = 34$ %

Как следует из рисунка 6 и таблицы 1 динамическая инфракрасная сушка в компактном устройстве позволяет получить продукт сушки виноградной выжимки, имеющей исходную влажность 70 %, влажностью 7 % за 13 часов сушки при температуре сырья в ходе сушки, равной 60 °С. При этом затраты энергии на процесс сушки составляют 2,314 кВт-ч/кг сырья или 3,510 кВт-ч/кг испарённой влаги. При снижении температуры сырья в ходе сушки до 50 °С динамическая инфракрасная сушка в компактном устройстве в течение 22 часов позволяет достичь влажности продукта сушки, равной 10 %, при этом затраты энергии на процесс сушки составляют 2,456 кВт-ч/кг сырья или 3,930 кВт-ч/кг испарённой влаги. Таким образом, снижение температуры сырья в ходе сушки приводит не только к увеличению продолжительности процесса сушки, но и к увеличению удельных затрат энергии на процесс сушки.

В сравнении с сушкой в конвективном компактном устройстве динамическая инфракрасная сушка является более эффективной как по удельным затратам энергии, так и по продолжительности сушки. Так, при сушке при температуре сырья 60 °С удельные затраты инфракрасной сушки на 20 % ниже, чем при конвективной, а продолжительность сушки меньше на 32 %. При снижении температуры сырья в ходе сушки разница в затратах энергии и продолжительности сушки растёт.

Выводы. Разработана конструкция и изготовлено экспериментальное компактное многоярусное устройство динамической инфракрасной сушки растительного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ.

Экспериментально определены сравнительные характеристики процесса сушки виноградной выжимки в разработанном компактном устройстве динамической инфракрасной сушки и компактном устройстве конвективной сушки. Эффективными режимами сушки являются предельно большие по допустимому для сохранности биологически активных веществ температуры сырья в ходе сушки. Снижение температуры сырья в ходе сушки с 60 °С до 50 °С приводит к увеличению удельных энергетических затрат более чем на 10 %, а продолжительность сушки увеличивается в 1,7 раза.

Динамическая инфракрасная сушка в разработанном компактном устройстве эффективнее конвективной сушки в компактном устройстве по затратам в 1,2 раза, а по продолжительности сушки в 1,3 раза.

Список использованных источников:

1. Устройство для импульсной инфракрасной сушки термолабильных материалов [Текст] : пат. 193685 Рос. Федерация : МПК51 F26 В9/06 (2006.01) F26 В3/30 (2006.01) / Завалий А.А., Паштецкий В.С., Рутенко В.С., Рыбалко А.С., Лаго Л.А.; заявитель и патентообладатель ФГБУН «Научно-ис-

References:

1. Device for pulsed infrared drying of thermolabile materials [Text] : pat. 193685 Russian Federation : IPC51 F26 В9/06 (2006.01) F26 В3/30 (2006.01)/ Zavaliiy A.A., Pashtetsky V.S., Rutenko V. S., Rybalko A.S., Lago L.A.; applicant and patent holder of the Federal State Budgetary Institution "Scientific

следовательский институт сельского хозяйства». – Заявл. 20.03.2019 ; опубл. 11.11.2019, Бюл. № 32. – 11 с. : ил.

2. Инфракрасные сушильные конвейерные линии [Электронный ресурс]. – URL: <https://promsushka.ru/produksiya/infrakrasnyye-konveyernyye-linii/>. (дата обращения: 21.10.2021).

3. Комбинированная конвейерная СВЧ установка «Hot Stream» [Электронный ресурс]. – URL: <https://greenpower.equipment.ru/produksiya/zakazat-kombinirovannaja-konvejernaja-svch-ustanovka-hot-stream/>. (дата обращения: 31.10.2021).

4. Электросушилка бытовая : пат. RU149711U1 [Текст] / Багиров Ю. Н., Богословский А. Б.; заявитель и патентообладатель общество с ограниченной ответственностью «РосТехБыт». – RU2014110101/06U; заявл. 14.03.2014; опубл. 20.01.2015, Бюл. № 2. – 6 с.: ил.

5. Григорьев И.В., Рудобашта С.П. Импульсная инфракрасная сушка семян овощных культур // Вестник ФГОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». – 2009. – № 4. – С. 7-10.

6. Рудобашта С.П., Григорьев И.В. Импульсная инфракрасная сушка семян овощных культур, нетрадиционных и редких растений // Промышленная теплотехника. – 2011. – Т. 33. – № 8. – С. 85-90.

7. Снежкин Ю.Ф., Боряк Л.А., Избасаров Д.С. Энергосбережение и интенсификация процесса сушки импульсным ИК-облучением // Промышленная теплотехника. – 2001. – № 4-5. – С. 90-94.

8. Завалий А.А. Сравнительная оценка энергоэффективности сушки

Research Institute of Agriculture". – Application. 20.03.2019; publ. 11.11.2019, Bul. No. 32. – 11 p. : ill.

2. Infrared drying conveyor lines [Electronic resource]. – URL: <https://promsushka.ru/produksiya/infrakrasnyye-konveyernyye-linii/>. (accessed: 10/21/2021).

3. Combined conveyor microwave installation "Hot Stream" [Electronic resource]. – URL: <https://greenpower.equipment.ru/produksiya/zakazat-kombinirovannaja-konvejernaja-svch-ustanovka-hot-stream/>. (date of application: 31.10.2021).

4. Household electric dryer : pat. RU149711U1 [Text] / Bagirov Yu. N., Bogoslovsky A. B.; applicant and patent holder limited liability company "rOstEkhByt". – RU2014110101/06U; application 14.03.2014; publ. 20.01.2015, Bul. No. 2. – 6 p.: ill.

5. Grigoriev I.V., Rudobashta S.P. Pulsed infrared drying of vegetable seeds // Vestnik FGOU VPO "MGAU named after V.P. Goryachkin". – 2009. – No. 4. – P. 7-10.

6. Rudobashta S.P., Grigoriev I.V. Pulsed infrared drying of vegetable seeds, non-traditional and rare plants // Industrial heat engineering. – 2011. – Vol. 33. – No. 8. – P. 85-90.

7. Snezhkin Yu.F., Boryak L.A., Izbasarov D.S. Energy saving and intensification of the drying process by pulsed IR irradiation // Industrial heat engineering. – 2001. – No. 4-5. – P. 90-94.

8. Zavaliy A.A. Comparative evaluation of the energy efficiency of berry drying in compact convective and infrared drying devices / A.A. Zavaliy, L.A. Lago, A.S. Rybalko // News of

ягод в компактных устройствах конвективной и инфракрасной сушки / А.А. Завалий, Л.А. Лаго, А.С. Рыбалко // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2020. – Вып. № 22 (185). – С. 78–90.

agricultural science of Taurida. – 2020. – Issue No. 22 (185). – pp. 78-90.

Сведения об авторах:

Сергеев Михаил Александрович – аспирант ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет», email: m-sergeev1@mail.ru, 344003, Россия, ЮФО, Ростовская область, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1, ФГБОУ ВО «Донской государственный технический университет».

Завалий Алексей Алексеевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой общетехнических дисциплин Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: zavalym@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Ермолин Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой виноделия и бродильных производств Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: dimayermolin@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Information about the authors:

Sergeyev Mikhail Aleksandrovich – post-graduate student of the FSFEI NI "Don State Technical University", email: m-sergeev1@mail.ru, FSFEI NI "Don State Technical University", Gagarin Square, 1, Rostov-on-Don, Rostov region, Southern Federal District, 344003, Russia.

Zavaliy Alexey Alekseevich – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, the Head of the Department of «All-technical disciplines» of the Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: zavalym@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Yermolin Dmitry Vladimirovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Winemaking and Fermentation Production of the Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: dimayermolin@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

УДК. 631.3

**ИССЛЕДОВАНИЕ
НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ
ЗАПРЕССОВКЕ
РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО
ШАРНИРА БАЛАНСИРА
ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА**

Высоцкая Н.Д., кандидат технических наук, доцент;

Красовский В.В., кандидат технических наук, доцент;

Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

**RESEARCH
OF STRESS WHEN PRESSING
THE RUBBER-METAL JOINT OF
THE BALANCER OF A CRAWLER
TRACTOR**

Vysotskaya N.D., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

Krasovskiy V.V., Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;

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

Выполнен расчет напряженно-деформированного состояния резинометаллического шарнира балансира гусеничного трактора прямоугольного и трапециевидного профиля. В расчете использовались вычислительный комплекс КОДЕТОМ с пакетом прикладных программ NELVIS. Сравнивались результаты, полученные по закону Гука и нелинейных законов состояния Линдли, Пенга-Ландела. Установлено, что в данных условиях работы шарнир трапециевидного сечения является более рациональным и надежным.

Ключевые слова: метод конечных элементов, эластомеры, нелинейность, вязкоупругость, напряжения, резинометаллический шарнир.

The calculation of the stress-strain state of the rubber-metal hinge of the balance bar of a caterpillar tractor of rectangular and trapezoidal profile has been carried out. In the calculation, we used the KODETOM computer complex with the NELVIS software package. The results obtained according to Hooke's law and the nonlinear laws of state of Lindley, Peng-Landel were compared. It has been established that under these operating conditions the trapezoidal joint is more rational and reliable.

Key words: finite element method, elastomers, nonlinearity, viscoelasticity, stresses, rubber-metal hinge.

Введение. В последнее время существенно возросла роль использования в сельскохозяйственной технике элементов конструкций на основе полимерных высокомолекулярных соединений. Широкое применение высокоэластичных полимерных материалов при создании новых типов агрегатов сельскохозяйственного назначения, сооружений и конструкций машин позволяет умень-

шить их массу, стоимость и одновременно повысить производительность, динамичность и прочность [2].

Большая вязкость, ярко выраженный релаксационный характер напряжений, геометрически и физически нелинейный характер деформирования эластомеров требует привлечения для их расчета математического аппарата нелинейной трехмерной теории вязкоупругости. Выбор геометрических параметров и расчет методом конечных элементов (МКЭ) эластомерных элементов тракторов и высевающих устройств в трехмерной постановке, с учетом нелинейного вязкоупругого деформирования и слабой сжимаемости – одна из актуальных задач механизации сельскохозяйственного производства.

Вычислительный комплекс КОДЕТОМ позволяет решать существенно нелинейные задачи теории упругости для эластомеров с использованием различных законов состояния как для сжимаемых, так и несжимаемых материалов при больших деформациях и конечных перемещениях в трехмерной постановке [6]. Пакет прикладных программ NELVIS, являющийся частью вычислительного комплекса КОДЕТОМ, предназначен для исследования нелинейных вязкоупругих деформаций и напряжений [4].

Материал и методы исследований. С помощью пакета прикладных программ NELVIS выполнен расчет напряженно-деформированного состояния и определены геометрические и физические параметры резинометаллического шарнира прямоугольного и трапециевидного профиля, с помощью которого устанавливаются опорные балансиры на цапфы рамы гусеничного трактора.

Использование резинометаллического шарнира улучшает динамические характеристики ходовой части гусеничных тракторов, упрощает конструкцию балансира и сокращает большое количество мелких деталей. Перед установкой резинометаллический шарнир запрессовывается в обойму балансира. В процессе эксплуатации резиновый элемент шарнира испытывает деформации кручения в сочетании с радиальным нагружением. В виду постоянства деформаций предварительного обжатия резиновый элемент работает в режиме релаксации напряжений.

Шарнир изготовлен из резины марки 2959 с упругими характеристиками: модуль сдвига $\mu_0=1,76$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu=0,49$. Вязкоупругое поведение резины описывалось ядром релаксации Работнова с реологическими параметрами $\alpha=-0,6, \beta=1,1, \chi=0,64$. На рисунке 1 (а, б) приведены размеры резинового элемента: $2R=0,12$ м, $2r=0,075$ м, $2h=0,03$ м, для трапециевидного сечения $2h_1=0,036$ м, $2h_2=0,028$ м.

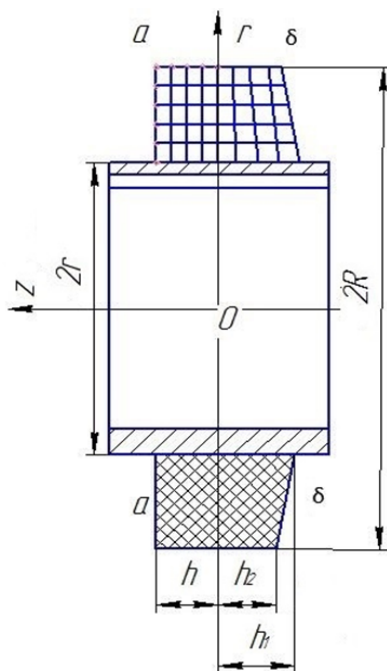


Рисунок 1. Конструкция резинометаллического шарнира балансира гусеничного трактора: а – прямоугольного; б – трапециевидного сечения

Данная задача является задачей на вынужденные смещения, т.е. напряжения и деформации определяются по известным перемещениям – диаметр при запрессовке уменьшается до $2R=0,1$ м. В виду симметрии конструкции расчет выполнялся для половины шарнира сектором в 90° . Сетка разбиения на конечные элементы $2 \times 5 \times 6$, где 2 – количество разбиений по углу, 5 – по толщине, 6 – по радиусу.

В расчете использовались закон Гука и нелинейные законы состояния: Линдли [1], Пенга-Ландела [7], обобщенный закон Гука для слабосжимаемых материалов [3].

Результаты и обсуждение. Построены графики мгновенных и установившихся нормальных и касательных напряжений в осевых сечениях шарнира при относительном радиусе $\rho=r/R=0,625$ – в месте вулканизации к ступице (рис. 2, 4) и $\rho=1$ (рис. 3, 5) – в месте сопряжения шарнира с обоймой балансира. Штриховой линией изображены графики установившихся напряжений релаксации.

Как видно из графиков с течением времени происходит уменьшение радиальных σ^r и касательных σ^z напряжений и рост тангенциальных напряжений σ^θ в осевых сечениях шарнира. Касательные напряжения, рассчитанные по закону Гука, Линдли и Пенга-Ландела, практически совпадают. Однако σ^r и σ^θ , полученные с использованием нелинейных законов состояния, существенно отличаются от напряжений, вычисленных по закону Гука при $\rho=1$ (рис. 3, 5).

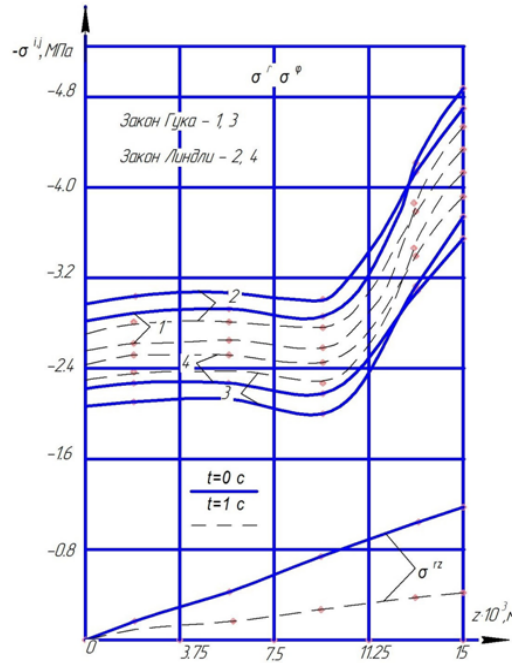


Рисунок 2. Напряженное состояние резинового элемента шарнира прямоугольного сечения при $\rho=r/R=0,625$

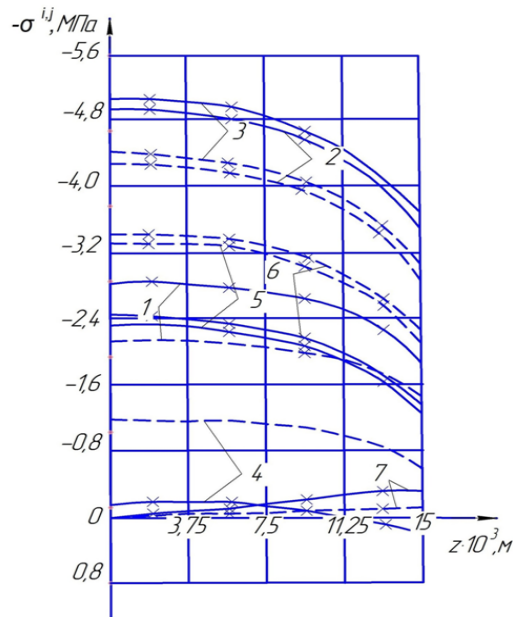


Рисунок 3. Напряженное состояние резинового элемента шарнира прямоугольного сечения при $\rho=r/R=1$: $t=0$; $t=1$. Законы состояния: Гука 1 – σ^r , 4 – σ^ϕ ; Линдли 2 – σ^r , 5 – σ^ϕ ; Пенга-Ландела 3 – σ^r , 6 – σ^ϕ ; 7 – σ^{rz}

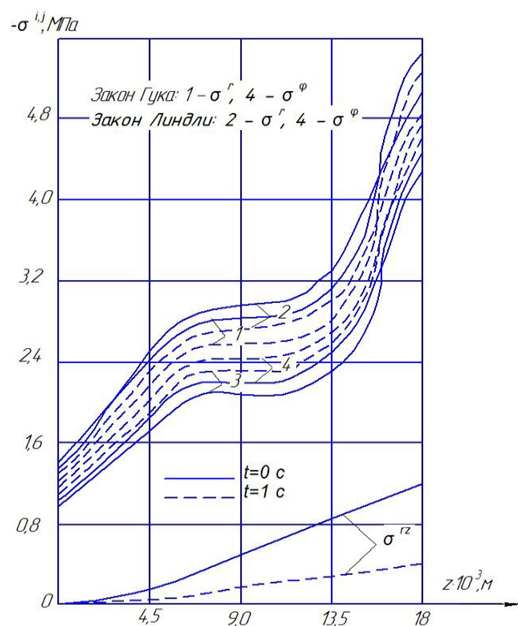


Рисунок 4. Напряженное состояние резинового элемента шарнира трапециевидного сечения при $\rho=r/R=0,625$

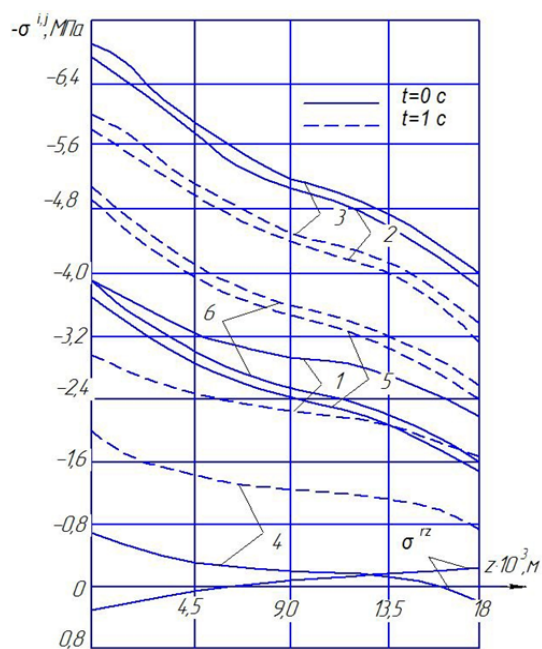


Рисунок 5. Напряженное состояние резинового элемента шарнира трапециевидного сечения при $\rho=r/R=1$. Законы состояния: Гука 1 - σ^r , 4 - σ^φ ; Линдли 2 - σ^r , 5 - σ^φ ; Пенга-Ландела 3 - σ^r , 6 - σ^φ

Использование нелинейных законов состояния позволяет получить более правильную, реальную картину напряжений. Расхождение результатов расчета σ^r и σ^φ , полученных по различным нелинейным законам состояния, незначительны (особенно при $\rho=0,625$) и не превышают 4,5 % [5], поэтому на рисунке 3 и рисунке 5 кривые, полученные по закону Пенга-Ландела, не приведены.

Графики изменения во времени радиальных, тангенциальных и касательных напряжений построены при $\rho=0,625$ и $\rho=1$ по закону Пенга-Ландела для точек с максимальным значением напряжений (рис. 6).

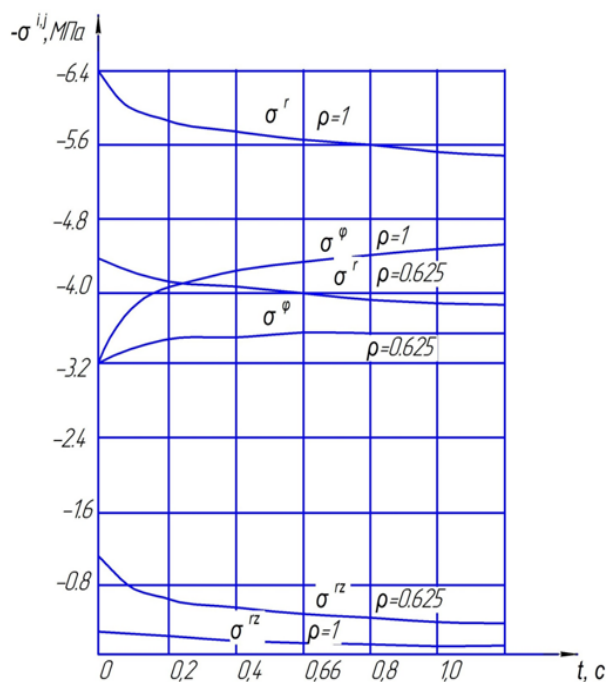


Рисунок 6. Графики релаксации напряжений σ^r , σ^φ , σ^{rz} резинового элемента шарнира в сечениях при $\rho=0,625$ и $\rho=1$

Выводы. Сравнивая картины напряжения шарниров различных сечений, отмечаем, что в месте вулканизации к ступице для шарнира трапецивидного сечения нормальные напряжения ниже, чем для прямоугольного только в точках близких к центру сечений. Зато при относительном радиусе $\rho=1$, чем ближе к центру сечения, тем больший рост нормальных напряжений, особенно для точек шарнира трапецивидного сечения. Эти напряжения обеспечивают требуемый контакт резины с металлом и предотвращают проскальзывание в месте сопряжения шарнира с обоймой балансира.

На основе выше сказанного можно заключить, что в данных условиях работы шарнир трапецивидного сечения является более рациональным и надежным.

Список использованных источников:

1. Бартнев Г.М., Зеленов Ю.В. Физика и механика полимеров. – М.: Высш. шк., 1983. – 391 с.
2. Киричевский В.В., Дохняк Б.М., Высоцкая Н.Д. Задачи и методы исследования процессов деформирования вязкоупругих высокоэластичных тел / Луганский с/х ин-т. – Луганск, 1992. – 77 с. – Деп. в Укр НИИНТИ 01.04.92 № 424 – Ук92.
3. Киричевский В.В., Дохняк Б.М., Высоцкая Н.Д. МКЭ для расчёта нелинейных вязкоупругих тел в трёхмерной постановке / Луганский с/х ин-т. – Луганск, 1996. – 39 с. – Деп. в Укр НИИНТИ 24.10.96 № 2120 – Ук96.
4. Киричевский В.В., Дохняк Б.М., Высоцкая Н.Д. Решение задач вязкоупругости с учётом нелинейных свойств эластомерных материалов. – Сборник научных трудов молодых ученых ЛСХИ / Луганский с/х ин-т. – Луганск, 1994. – С. 61-68.
5. Киричевский В.В., Дохняк Б.М., Высоцкая Н.Д., Мулик В.А. Нелинейное деформирование и долговечность вязкоупругих конструкций из эластомеров / 6-й симпозиум «Проблемы шин и резинокордных композитов. Математические методы в механике, конструировании и технологии» (Москва, октябрь 1995 г.) – М.: науч. исслед. ин-т шинной промышленности, науч. центр «Эластомеры», 1995. – С. 128-132.
6. Киричевский В.В., Сахаров А.С. Нелинейные задачи термомеханики конструкций из слабосжимаемых эластомеров. – К.: Будівельник, 1992. – 216 с.

References:

1. Bartenev G.M., Zelenev Yu.V. Physics and mechanics of polymers. – M.: Higher school, 1983. – 391 p.
2. Kirichevsky V.V., Dokhnyak B.M., Vysotskaya N.D. Tasks and methods of research of deformation processes of viscoelastic highly elastic bodies / Lugansk Agricultural Institute. – Lugansk, 1992. – 77 p. – Deposited at the Ukrainian Research Institute of Scientific and Technical Information and Technical and Economic Research 01/04/92 No. 424 – UK92.
3. Kirichevsky V.V., Dokhnyak B.M., Vysotskaya N.D. FEM for calculating nonlinear viscoelastic bodies in three-dimensional formulation / Lugansk Agricultural Institute. – Lugansk, 1996. – 39 p. – Deposited at the Ukrainian Research Institute of Scientific and Technical Information and Technical and Economic Research 24.10.96 No. 2120 – UK96.
4. Kirichevsky V.V., Dokhnyak B.M., Vysotskaya N.D. Solving viscoelasticity problems taking into account the nonlinear properties of elastomeric materials. – Collection of scientific works of young scientists LAI / Lugansk Agricultural Institute. – Lugansk, 1994. – P. 61-68.
5. Kirichevsky V.V., Dokhnyak B.M., Vysotskaya N.D., Mulik V.A. Nonlinear deformation and durability of viscoelastic structures made of elastomers / 6th symposium "Problems of tires and rubber-cord composites. Mathematical methods in mechanics, design and technology" (Moscow, October 1995) – M.: Research Institute of the Tire Industry, Scientific Center "Elastomers", 1995. – P. 128-132.
6. Kirichevsky V.V., Sakharov A.S.

7. Peng S.T.J., Landel R.F. Stored energy fuction and compressibility of compressible rubber like materials under large strain // J. Appl. Phys. – 1975. – Vol. 46. – No 6. – P. 2599-2604.

Nonlinear problems of thermomechanics of structures made of weakly compressible elastomers. – K. : Builder, 1992. – 216 p.

7. Peng S.T.J., Landel R.F. Stored energy fuction and compressibility of compressible rubber like materials under large strain // J. Appl. Phys. – 1975. – Vol. 46. – No. 6. – P. 2599-2604.

Сведения об авторах:

Высоцкая Наталия Дмитриевна – кандидат технических наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: natali.v-v@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Красовский Виталий Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры общетехнических дисциплин института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: vitaliy-krasovskiy@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Information about the authors:

Vysotskaya Natalia Dmitrievna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of General Technical Disciplines of the Institute "Agrotechnological Academy" FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: natali.v-v@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Krasovskiy Vitaly Viktorovich – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of General Technical Disciplines of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: vitaliy-krasovskiy@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

УДК 631.31

**РЕЗУЛЬТАТЫ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ И
ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ПОЧВООБОБРАТЫВАЮЩИХ
РАБОЧИХ ОРГАНОВ С
РЫЧАЖНЫМИ ВИБРОУДАРНЫ-
МИ МЕХАНИЗМАМИ**

Белов А.В., старший лаборант;
Институт «Агротехнологическая ака-
демия» ФГАОУ ВО «Крымский феде-
ральный университет имени В.И. Вер-
надского».

В статье изложены результаты сравнительных экспериментальных исследований серийного рабочего органа КПЭ-3,8 с экспериментальным рычажным виброударным рабочим органом проведенных в почвенном канале лаборатории Бионической агроинженерии кафедры механизации и технического сервиса в АПК и на опытном поле Института «Агротехнологическая академия». Исследованиями определены преимущества экспериментальных рычажных виброударных рабочих органов культиватора КПЭ-3,8М над серийными рабочими органами. Преимущество заключается в снижении тягового сопротивления, повышении качества крошения почвы и снижении энерго-экономических затрат на процесс поверхностной обработки почвы.

Ключевые слова: рычажный виброударный рабочий орган КПЭ-3,8М, тяговое сопротивление, глубистость, крошение почвы, экономическая эффективность.

**THE RESULTS
OF EXPERIMENTAL
STUDIES AND THE
EFFECTIVENESS
OF TILLAGE WORKING
ORGANS WITH LEVER
VIBRATION SHOCK
MECHANISMS**

Belov A.V., senior laboratory assistant;
Institute «Agrotechnological Academy»
of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky
Crimean Federal University».

The article presents the results of comparative experimental studies of a serial working organ KPE-3.8 with an experimental lever vibration-shock working organ conducted in the soil channel of the laboratory of Bionic Agroengineering of the Department of "Mechanization and Technical Service in the Agro-industrial complex" and on the experimental field of the Institute "Agrotechnological Academy". The research has determined the advantages of experimental lever vibro-shock working bodies of the cultivator KPE-3.8 M over serial working bodies. The advantage lies in reducing traction resistance, increasing the quality of soil crumbling and reducing energy and economic costs for the process of pre-sowing tillage.

Keywords: lever vibration impact working body KPI-3.8M, traction resistance, lumpiness, soil crumbling, economic efficiency.

Введение. Применение вибраций, импульсных нагрузок и ударных воздействий на почву позволяет значительно снижать тяговое сопротивление при ее обработке [1, 2]. Под воздействием колебательной или импульсной нагрузки в почве возбуждаются и распространяются волны напряжений, которые значительно меньше предела прочности при статических нагрузках. Для подтверждения этих предпосылок были спланированы и проведены серия экспериментальных исследований в лабораторных и полевых условиях.

Обработка результатов экспериментальных исследований проводилась с использованием известных методик статистического анализа, включающего оценку значимости коэффициентов регрессии по критерию Стьюдента и проверку адекватности математической модели по критерию Фишера [3, 4].

Материал и методы исследований. Лабораторные исследования проводились в почвенном канале «Научно-исследовательской лаборатории бионической агроинженерии» Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского». Был спланирован и проведен многофакторный эксперимент с кодированными величинами факторов в виде скорости и глубины обработки. Во время движения передвижной тележки с установленными на ней экспериментальным рычажным виброударным рабочим органом и серийным рабочим органом культиватора КПЭ-3,8 проводилась фиксация при помощи тензометрической станции ZETLab тягового сопротивления амплитудно-частотной характеристики (таблица 1).

Таблица 1. Частоты колебаний и тяговое сопротивление серийного и исследуемого рабочего органа с рычажным виброударным механизмом

Показатели	Рабочий орган с рычажными виброударными механизмами		Серийный рабочий орган культиватора КПЭ-3,8		Снижение тягового сопротивления экспериментальным рабочим органом, %
	Частота колебаний k , Гц	Тяговое сопротивление P , Н	Частота колебаний k , Гц	Тяговое сопротивление P , Н	
Глубина экспериментального прохода h , $1 \cdot 10^{-2}$ м					
4	1,55	721	0,9	890	18,98
6	1,74	1174	1,05	1450	19,03
8	1,83	1594	1,09	1983	19,61

После прохода рабочими органами в почвенном канале проводились замеры влажности, твердости и деформационного показателя почвы (таблица 3).

Таблица 2. Влажность, твердость и деформационный показатель почвы

Глубина h, м	Показатель		
	Влажность W, %	Твердость ρ, Н/см ²	Деформационный показатель υ, м ² /Н
0-0,07	14,73-18,03	185,67-191,69	$1,87 \cdot 10^{-7}$ - $2,41 \cdot 10^{-7}$
0,07-0,14	14,85-18,36	185,29-191,45	$1,92 \cdot 10^{-7}$ - $2,59 \cdot 10^{-7}$
0,14-0,21	14,74-15,72	184,68-191,32	$1,95 \cdot 10^{-7}$ - $2,72 \cdot 10^{-7}$

Также были построены графики зависимости тягового сопротивления рабочих органов от скорости движения рабочего органа (рисунок 1).

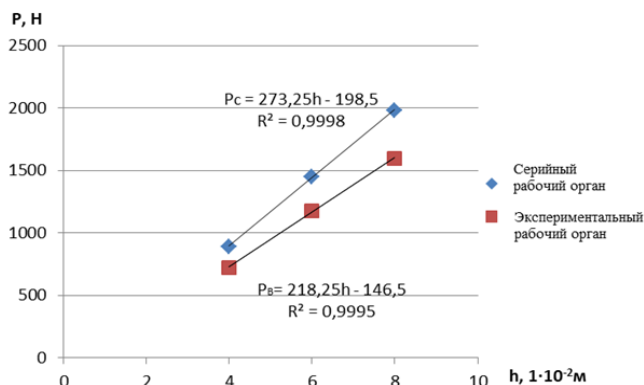


Рисунок 1. График зависимости тягового сопротивления серийного РС и виброударного РВ культиваторных рабочих органов от глубины обработки h почвы при скорости движения V=0,8м/с

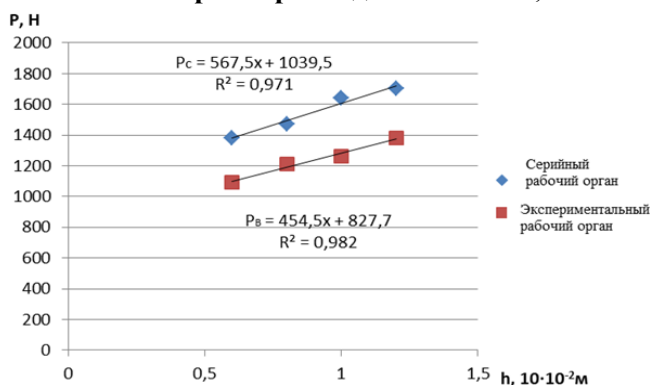


Рисунок 2. График зависимости тягового усилия серийного РС и виброударного РВ культиваторных рабочих органов от скорости движения V почвы при глубине обработки h=10·10⁻²м.

После каждого этапа выполнения многофакторного эксперимента в условиях почвенного канала лаборатории бионической агроинженерии выполнялся анализ качественных показателей обработки почвы. Так средний показатель

агрегатного состояния почвы после прохода серийным и экспериментальным рабочими органами представлен в таблице 3.

Таблица 3. Агрегатный состав обработанной почвы серийным рабочим органом

№ опыта	Размеры комков, мм								Общая масса пробы	
	Свыше 100 мм		50-100 мм		25-50 мм		Менее 25 мм			
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
1	0,58	6,71	0,79	9,14	2,04	23,61	5,23	60,53	8,64	100
2	0,79	7,73	1,25	12,24	1,62	15,88	6,55	64,15	10,21	100
3	0,78	8,69	0,95	10,59	1,82	20,29	5,42	60,43	8,97	100

Сравнительные показатели глыбистости и крошения почвы представлены в таблице 4.

Таблица 4. Сравнительные показатели крошения и глыбистости почвы серийным и экспериментальным рабочим органом с рычажным виброударным механизмом

№ опыта	Степень крошения, %		Глыбистость, %	
	Серийный рабочий орган	Экспериментальный виброударный рабочий орган	Серийный рабочий орган	Экспериментальный виброударный рабочий орган
1	61,53	74,23	6,71	3,27
2	64,15	78,97	7,73	3,92
3	61,49	75,18	8,69	4,85
Среднее значение	62,39	76,12	7,71	4,01

Полевые исследования экспериментальных виброударных рабочих органов культиваторов проводились на полях учебно-опытного хозяйства Агротехнологической академии ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского» по агрофонам: обработка дисковыми боронами поверхности поля после уборки предшествующей культуры сплошного посева и черный пар.

Тип почвы – чернозем обыкновенный мицеллярно-карбонатный, сочетающийся с черноземами карбонатными полно профильными и эродированными. Перед проведением полевых испытаний по стандартной методике проводились замеры влажности, твердости и деформационного показателя почвы. Влажность почвы W при полевых испытаниях составляла: в слоях 0-0,07 м ($W=12,46-15,21\%$), 0,07-0,14 м ($W=14,96-16,25\%$), 0,14-0,21 м ($W=14,84-15,68\%$). Твердость P и деформационный показатель ν почвы на глубине 0-0,20 м состав-

ляли соответственно, $P=150-170 \text{ Н/см}^2$, $v=1,87-1,98 \cdot 10^{-7} \text{ м}^2/\text{Н}$. Полевые исследования по определению тягового сопротивления сравнительных конструкций культиваторных лап проводились с применением агрегата в составе трактора Т-150К и противоэрозионного культиватора КПЭ-3,8М и с использованием модернизированного гидравлического динамографа ДТ-3 (рисунок 4).



Рисунок 3. Полевые исследования тягового сопротивления культиватора КПЭ-3,8М с рычажными виброударными механизмами на рабочих органах

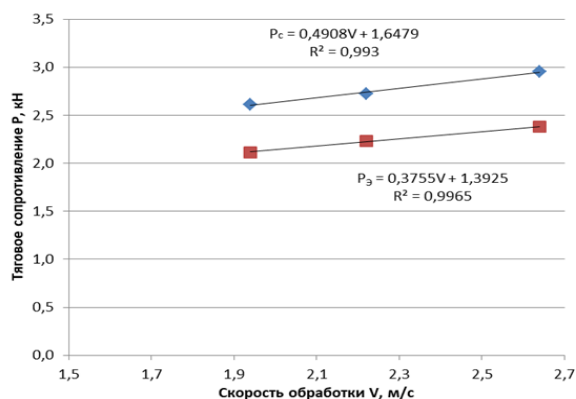


Рисунок 4. График зависимости тягового усилия P культиватора КПЭ-3,8М от скорости V обработки почвы из серийными РС и экспериментальными виброударными РВ рабочими органами по агрофону: после обработки дисковыми боронами.

Результаты и обсуждение. В результате анализа тягового сопротивления после проходов экспериментальным рычажным виброударным и серийным рабочими органами культиватора были построены графики зависимости тягового сопротивления от скорости движения для агрофонов после обработки поля тяжелыми дисковыми боронами (рисунок 5) и для черного пара (рис. 6).

В полевых условиях выполнялся анализ агрегатного состава почвы после прохода серийным рабочим органом культиватора КПЭ-3,8 (табл. 5) и экспериментальным рычажным виброударным рабочим органом КПЭ-3,8М (табл. 6).

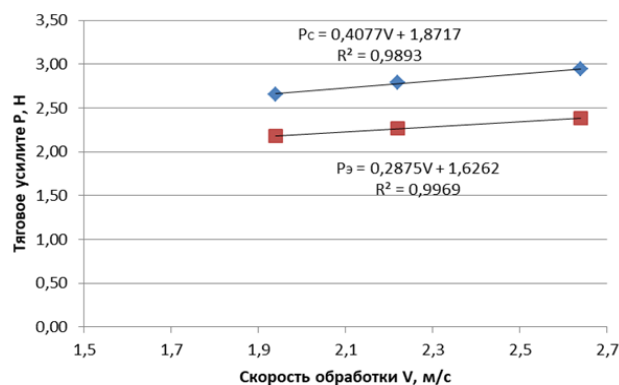


Рисунок 5. Зависимость тягового усилия P культиватора КПЭ-3,8М от скорости V обработки почвы из серийными РС и экспериментальными виброударными ПВ рабочими органами по агрофону: черный пар.

Таблица 5. Агрегатный состав почвы, обработанный культиватором КПЭ-3,8 с серийными рабочими органами

Рабочая скорость V , м/с	Фракции, мм								Общая масса пробы	
	Свыше 100		50-100		25-50		Менее 25			
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
1,94	1,18	11,82	1,73	17,33	1,25	12,53	5,82	58,32	9,98	100
2,22	1,05	10,33	1,44	14,18	1,53	15,06	6,14	60,43	10,16	100
2,64	0,83	8,11	1,21	11,82	1,75	17,09	6,45	62,98	10,24	100

Таблица 6. Агрегатный состав почвы, обработанной культиватором КПЭ-3,8М с рабочими органами с рычажными виброударными механизмами

Рабочая скорость V , м/с	Фракции, мм								Общая масса пробы	
	Свыше 100		50-100		25-50		Менее 25			
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
1,94	0,54	5,09	0,83	7,83	1,89	17,83	7,34	69,25	10,50	100
2,22	0,45	4,00	0,78	6,94	2,03	18,06	7,98	71,00	11,24	100
2,64	0,37	2,46	0,67	4,46	2,06	13,71	11,93	79,37	15,03	100

Для определения экономической эффективности разработки сравнивались эксплуатационные и приведенные затраты на работу базового культиватора и оснащенного разработанными рабочими органами [5]. Полевые испытания показали, что базовый культиватор КПЭ-3,8 при максимальном погружении в почву его рабочих органов на глубину 16 см имеет общее тяговое сопротивление 23,5 кН.

Расход топлива для культиватора КПЭ-3,8 оборудованного серийными рабочими органами составляет 9,3 кг/га, а для оборудованного экспериментальными рычажными виброударными рабочими органами расход топлива составляет 7,5 кг/га.

Расчет экономической эффективности применения экспериментальных рычажных виброударных рабочих органов в сравнении с серийными представлен в таблице 7.

Таблица 7. Экономическая эффективность

№ п/п	Показатели	Агрегат		Разность
		модерниз.	базовый	
		Т - 1 5 0 К + КПЭ-3,8М	Т - 1 5 0 К + КПЭ-3,8	
1	2	3	4	5
1	Дополнительные капитальные вложения, руб.	33705,1	-	+33705,1
2	Годовая наработка, ч	300	300	-
3	Часовая производительность, га/ч	3,2	2,6	+0,6
4	Расход ГСМ, кг/га	7,5	9,3	-1,8
5	Зарплата, руб./га	25	30,77	-5,77
6	Стоимость ГСМ, руб./га	292,5	362,7	-70,2
7	Отчисления на амортизацию и ТО, руб./га	92,2	102,6	-10,4
8	Удельные эксплуатационные затраты, руб./га	409,7	496,07	-86,37
9	Удельные приведённые затраты, руб./га	465	557,6	-92,6
10	Сезонная экономия эксплуатационных издержек, тыс. руб.	-	-	82915
11	Экономия сезонных приведённых затрат, руб.	-	-	72228
12	Срок окупаемости, лет	-	-	0,4

Выводы. Исследуемый рабочий орган с рычажными виброударными механизмами имеет меньшее тяговое сопротивление при обработке почвенного пласта на 18-19 %, а также большую частоту собственных колебаний на 7-8 %. Агрегатный состав почвы, обработанный культиватором КПЭ-3,8М с рабочими органами с рычажными виброударными механизмами содержит больше

мелких частиц почвы (менее 25мм) на 12,62 % по сравнению с серийными, вследствие более эффективного ударного воздействия рабочего органа на сколотый блок почвы. В полевых условиях проведения экспериментов степень крошения почвы после прохода культиватора с серийными рабочими органами составляет 59-63 %, глыбистость 8-12 %, а экспериментальными с рычажными виброударными механизмами, соответственно, 70-80 % и 3-5 %, что свидетельствует о повышении степени крошения экспериментальными рабочими органами перед серийными в 1,2-1,3 раза и уменьшении глыбистости почвы в 1,8-1,9 раза. Предложенная конструкция культиватора КПЭ-3,8М оснащённая разработанными рабочими органами с рычажными виброударными механизмами при капитальных вложениях 33705,1 рублей даёт экономический эффект в размере 72229 руб. При сезонной экономии эксплуатационных средств в размере 82915 рублей модернизация окупится за 0,4 года.

Список использованных источников:

1. Фролов К.В. Избранные труды: в двух томах [Текст] / К. В. Фролов. – Москва : Наука, 2007, Т.2. – 522с.

2. Базаров В.П. Обоснование параметров нелинейных упругих подвесок рабочих органов культиваторов: Автореф. дис. ... канд. тех. наук: 05.20.01 Базаров Валерий Павлович; Всесоюзный ордена «Знак почета» сельскохозяйственный институт заочного образования. – М., 1985. – 18 с.

3. Бабицкий Л.Ф. Основы научных исследований [Текст] / Л.Ф. Бабицкий, В.М. Булгаков, Д.Г. Войтюк, В.И. Рябец. – К.: НАУ. – 1999. – 228с.

4. Дубровский А.А. Вибрационная техника в сельском хозяйстве. М.: Машиностроение, 1968. – 204 с.

5. Косачев Г.Г. Экономическая оценка сельскохозяйственной техники [Текст]. – М.: Колос, 1978. – 240с.

References:

1. Frolov K.V. Selected works: in two volumes [Text] / K. V. Frolov. - Moscow: Nauka, 2007, Vol.2–522p.

2. Bazarov V.P. Substantiation of parameters of nonlinear elastic suspensions of working bodies of cultivators: Autoref. dis. ... Candidate of Technical Sciences: 05.20.01 Bazarov Valery Pavlovich; All-Union Order "Badge of Honor" agricultural Institute of Correspondence Education. – M., 1985. – 18 p.

3. Babitsky L.F. Fundamentals of scientific research [Text] / L.F. Babitsky, V.M. Bulgakov, D.G. Voityuk, V.I. Ryabets. – K.: NAU. – 1999. – 228p.

4. Dubrovsky A.A. Vibration technology in agriculture. Moscow: Mashinostroenie, 1968. – 204 p.

5. Kosachev G.G. Economic assessment of agricultural machinery [Text]. – M.: Kolos, 1978 – 240 p.

Сведения об авторах:

Белов Александр Викторович – старший лаборант кафедры техниче-

Information about the authors:

Belov Alexander Viktorovich – senior laboratory assistant of the

ских систем в агробизнесе Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В. И. Вернадского», e-mail: kaf-meh@rambler.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Department of the Technical Systems in Agribusiness of the Institute "Agrotech-nological academy" of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University», e-mail: kaf-meh@rambler.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК [591.465.3:636.59]

**ОСОБЕННОСТИ
МОРФОЛОГИИ ПОЛОВОГО
АППАРАТА САМОК ПЕРЕПЕЛОВ
ПРИ ПРИМЕНЕНИИ
ПРОБИОТИКА «СПОРОВИТ»****FEATURES
OF THE MORPHOLOGY OF THE
SEXUAL APPARATUS OF FEMALE
QUAILS WHEN USING THE
PROBIOTIC "SPOROVIT"**

Саенко Н.В., кандидат ветеринарных наук, доцент;
Институт «Агротехнологическая академия»;
Саенко Ю.С., обучающийся;
Институт «Медицинская академия»
ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Sayenko N.V., Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor;
Institute «Agrotechnological Academy»;
Saenko Yu.S., student;
Institute «Medical Academy named after S.I. Georgievsky»;
FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

Исследовали влияние пробиотика «Споровит» и янтарной кислоты на морфогенез полового аппарата перепелов. Объектом исследований были перепела тexasской породы, возрастом от 5 до 55 суток, которых разделили на три группы в зависимости от вводимых в рацион пробиотика «Споровит» и сочетания пробиотика и янтарной кислоты. Использовали комплекс морфологических методик. Установили, что применение пробиотика в комплексе с янтарной кислотой перепелам тexasской породы в возрасте 5-45 суток вызвало интенсивный рост и развитие их яичников.

Ключевые слова: перепела, половой аппарат, морфогенез, пробиотик «Споровит», янтарная кислота.

The influence of the probiotic "Sporovit" and succinic acid on the morphogenesis of the quail reproductive apparatus was investigated. The object of the research were quail of the Texas breed, aged from 5 to 55 days, which were divided into three groups depending on the probiotic "Sporovit" and the combination of probiotic and succinic acid introduced into the diet. A complex of morphological methods was used. It was found that the use of a probiotic in combination with succinic acid in quails of the Texas breed at the age of 5-45 days caused an intensive growth and development of their ovaries.

Keywords: quail, reproductive apparatus, morphogenesis, probiotic "Sporovit", succinic acid.

Введение. На сегодняшний день перепеловодство относится к наиболее молодым и интенсивно развивающимся отраслям птицеводства в Российской Федерации. Учёные отмечают особые биологические характеристики пере-

пелов: высокий уровень скорости роста, ранняя яйцекладка (30-40 суток), небольшие размеры, скороспелость, интенсивный обмен веществ, который обуславливает достаточно высокую температуру тела, а это помогает защитить птиц от множества инфекционных заболеваний [1, 4, 15, 16, 17]. Использование перепелов не ограничивается только сельскохозяйственным направлением, их биологические особенности позволяют находить в них объект лабораторных исследований [14].

При том, что перепела имеют большое количество преимуществ в сравнении с другой сельскохозяйственной птицей, они также могут иметь и недостатки. Главным недостатком является значительно высокая себестоимость перепеловодческой продукции, что обусловлено высокими затратами на их содержание и выращивание [2, 4]. Интенсивность роста перепелят и высокий уровень яичной продуктивности самок обеспечивается при кормлении их высококачественными кормами, содержащими на должном уровне все необходимые питательные вещества [4, 15]. В настоящее время в ветеринарной медицине для увеличения жизнеспособности молодняка сельскохозяйственной птицы с лечебно-профилактической целью применяют биологически активные вещества различных групп [6, 12, 13]. Пробиотики, действие которых поддерживает сложившиеся в процессе эволюции механизмы защиты макроорганизма от вредных воздействий экосистемы, заслуживают особого внимания [5, 7, 8, 9].

При высокой яичной продуктивности перепелов биологические особенности этих птиц изучены недостаточно. Довольно глубоко исследованы органы размножения уток, индеек, кур, тогда как морфология полового аппарата перепелов раскрыта недостаточно. Строение, развитие органов яйцеобразования у перепелов изучены недостаточно, а уже имеющиеся работы в данной области раскрывают лишь фрагменты этих вопросов [3, 10, 11].

В связи с вышеизложенным, становится актуальным изучение особенностей морфологии органов репродуктивной системы перепелов под влиянием пробиотика «Споровит» и янтарной кислоты.

Целью данной работы было изучение постэмбрионального органогенеза яичника перепелов тexasской породы при применении пробиотика «Споровит» и янтарной кислоты.

Материал и методы исследований. Научно-исследовательская работа выполняется на кафедрах анатомии и физиологии животных, терапии и паразитологии факультета ветеринарной медицины Института «Агротехнологическая академия» ФGAOY BO «KFY им. В. И. Вернадского». Объектами исследований являлись перепела тexasской породы, возрастом от 5-ти до 55-ти суток. Птицу разделили на три группы (по n=12 голов). Для кормления в первые 14 дней использовали полноценный гранулированный комбикорм «Старт» для молодняка птиц, в возрасте 15-28 дней комбикорм «Рост», с 28 дневного возраста применяли комбикорм «Финиш», все корма соответствовали возрастным потребностям птиц. Причем контрольная группа получала только комбикорм

и воду, первой опытной дополнительно вводили на 1 л воды 3 мл пробиотика «Споровит», второй опытной – 3 мл пробиотика «Споровит» и 0,05 г янтарной кислоты/1 л воды.

Для выяснения влияния пробиотика «Споровит» и янтарной кислоты на постэмбриональный органогенез яичников перепелов техасской породы применяли следующие методы исследования: клинические, анатомического препарирования, морфометрические, гистологические, статистические. Клинически оценивали поведенческие реакции, аппетит, состояние слизистых оболочек и перьевого покрова, упитанность перепелов. На 5, 15, 35, 45 и 55-е сутки проводили определение живой массы птицы с точностью до 0,01.

Затем птицу подвергали эвтаназии методом острого обескровливания (по $n=9$ в каждой группе). Проводили патологоанатомическое вскрытие, отбирали яичники с яйцеводом. После извлечения репродуктивных органов проводили их морфометрические исследования. Массу органов определяли взвешиванием с точностью до 0,00001 грамма. Морфометрию грудобрюшной полости и органов размножения осуществляли с использованием линейки с ценой деления 0,1 мм и нити.

Затем отбирали органы размножения и фиксировали вначале в 5% (7 суток), а потом в 10 % водном растворе формалина (7 суток). Изготавливали парафиновые срезы, которые окрашивали гематоксилином-эозином по общепринятой методике с последующей микроскопией на микроскопе «Микмед 5» и микроморфометрией с помощью окуляр-микрометра МОВ 115х. Статистическая обработка полученных результатов проводилась общепринятым методом вариационной статистики.

Результаты и обсуждение. У самок перепелов половая система непарная левосторонняя, состоит из яйцевода и яичника, имеющего вид бугристого образования. У самцов семенники имеют бобовидную форму, топографически располагаются под пояснично-крестцовой костью. Правый семенник более вытянутой формы, левый – округлой.

В ходе исследования была проведена морфометрия полового аппарата перепелов 15, 35, 45, 55-ти-суточного возраста, результаты которой отражены в таблице 1.

В возрасте 15-ти суток у перепелов в контрольной группе масса яичников варьирует в пределах 0,001610-0,02430 г, а средняя масса при этом составляет $0,01 \pm 0,01$ г. Масса яичников птиц опытной группы №1 на 100 % выше (от 0,01530 до 0,02240 г), а опытной группы №2 – на 200 % выше (от 0,008 до 0,036 г), чем в контрольной, и на 100 % выше, чем в опытной №1.

**Таблица 1. Динамика морфологических параметров
яичников самок перепелов**

Группы	Показатели	Возраст			
		15 суток	35 суток	45 суток	55 суток
Контрольная	Масса, г	0,01±0,01	0,06±0,00	0,26±0,06	0,42±0,19
	Длина, см	0,85±0,03	1,35±0,09	1,40±0,06	2,95±0,75
	Ширина, см	0,35±0,03	0,55±0,03	0,97±0,07	2,34±0,83
	Объем, см ³	1,15±0,14	1,2±0,06	1,95±0,03	10,65±4,76
Опытная №1	Масса, г	0,02±0,00*	0,11±0,02*	0,28±0,02	1,55±1,09*
	Длина, см	0,85±0,03	1,35±0,14	1,36±0,20	1,53±0,03
	Ширина, см	0,45±0,03	0,70±0,06	1,05±0,10	1,37±0,13
	Объем, см ³	0,90±0,12	1,45±0,20	2,10±0,12	2,77±0,56*
Опытная №2	Масса, г	0,03±0,01*	0,18±0,01*	0,35±0,03	4,36±2,34*
	Длина, см	0,73±0,09	1,75±0,09	1,30±0,12	2,42±0,63
	Ширина, см	0,40±0,06	0,65±0,03	1,10±0,15	1,44±0,44
	Объем, см ³	1,00±0,15	1,73±0,23	2,30±0,50	6,30±3,05*

Примечание: * $p \leq 0,05$

При этом длина яичников перепелов в контрольной группе находится в пределах 0,8-0,9 см, это в среднем составляет 0,85±0,03 см. В опытной группе №1 длина яичников равна той же величине, что и в контрольной группе (от 0,80 до 0,90 см), а в опытной группе №2 на 14,2 % ниже, чем в контрольной и опытной группах. Ширина яичников у перепелов в контрольной группе колеблется от 0,30 до 0,40 см и в среднем равна 0,35±0,03 см. У птиц опытной группы №1 ширина яичников на 28,60 % выше (от 0,40 до 0,50 см), при этом в опытной группе №2 – на 14,30 % выше (от 0,30 до 0,50 см), чем в контрольной, но на 14,30 % ниже, чем в опытной №1. У контрольной группы перепелов объем яичников достигает 0,90-1,40 см³, что в среднем равно 1,15±0,14 см³. В опытной группе №1 объем яичников на 21,70 % ниже (от 0,7 до 1,1 см³), а в опытной группе №2 – на 13,00 % (от 0,70 до 1,20 см³), чем в контрольной, и на 8,70 % ниже, чем в опытной №1.

У 15-ти-суточных перепелов всех групп масса яичников варьирует в пределах 0,008-0,036 г, средняя масса их равна 0,02±0,01 г. Длина яичников находится в пределах 0,60-0,90 см, а средняя длина соответствует 0,80±0,04 см. Ширина яичников достигает 0,30-0,50 см, при этом средняя ширина равна 0,40±0,03 см. Объем яичников равен 0,70-1,40 см³, средний объем – 1,01±0,10 см³.

У перепелов 35-суточного возраста контрольной группы масса яичников

варьирует от 0,059 г до 0,062 г, что в среднем $0,06 \pm 0,00$ г. У перепелов опытной группы №1 на 83,00 % выше (0,071-0,1450 г), а перепелов опытной группы №2 – на 200,00 % выше (от 1,10 до 1,60 г), чем в контрольной, и на 117,00 % выше, чем в опытной №1.

Длина яичников при этом у перепелов в контрольной группе составляет 1,20-1,50 см, а средняя длина $1,35 \pm 0,09$ см. У опытной группы №2 длина яичников равна той же величине, что и в контрольной группе (0,80-0,90 см), а опытной группы №2 на 29,60% ниже, чем в контрольной и опытной №1 группах.

Также было установлено, что ширина яичников контрольной группы птиц варьирует в пределах от 0,50 до 0,60 см, средняя ширина при этом равна $0,55 \pm 0,03$ см. В опытной группе №2 ширина яичников на 27,30 % выше (от 0,60 до 0,80 см), а в опытной группе №2 – на 18,2 % выше (от 0,60 до 0,70 см), чем в контрольной, но на 19,10 % ниже, чем в опытной №1.

Контрольная группа перепелов имеет объём яичников от 1,10 до 1,30 см³, что в среднем составляет $1,20 \pm 0,06$ см³. А объём яичников в опытной группе №1 на 20,80 % выше (от 1,10 до 1,80 см³), при том, что в опытной группе №2 – на 44,20 % выше (от 1,30 до 2,10 см³), чем в контрольной и на 23,40 % выше, чем в опытной №1.

У всех групп 35-ти-суточных самок перепелов масса яичников находится в пределах 0,059-0,190 г, средняя масса их равняется $0,12 \pm 0,03$ г. Длина яичников в пределах 1,10-1,60 см, средняя длина их составляет $1,38 \pm 0,13$ см. Ширина при этом варьирует от 0,60 до 0,80 см, а средняя ширина равна $0,68 \pm 0,05$ см. Объём яичников составляет 1,10-2,10 см³, а средний объём равняется $1,53 \pm 0,25$ см³.

В возрасте 45-ти суток перепела контрольной группы имеют массу яичников в пределах 0,16-0,36 г, что в среднем составляет $0,26 \pm 0,06$ г. В опытной группе №1 масса яичников птиц на 7,7 % выше (0,25-0,31 г), в опытной группе №2 – на 34,6 % выше (от 0,29 до 0,39 г), чем в контрольной, и на 126,9 % выше, чем в опытной №1.

Исследуя длину яичников особей из контрольной группы, выяснили, что что она находится в пределах 1,30-1,50 см, а в среднем это составляет $1,40 \pm 0,06$ см. Длина яичников у опытной группы №1 на 2,90 % ниже (1,01-1,71 см), а у опытной группы №2 – на 7,20 % ниже (1,10-1,50 см), чем в контрольной, и на 4,20 % ниже, чем в опытной №1.

Ширина же яичников птиц, состоящих в контрольной группе, колеблется от 0,87 до 1,10 см, а в среднем она составляет $0,97 \pm 0,07$ см. Перепела опытной группы №1 имеют ширину яичников на 8,20 % выше (0,90-1,25 см) ширины таковой в контрольной группе, а птицы опытной группы №2 – на 13,40 % выше (от 0,90 до 1,40 см), чем в контрольной, и на 5,20 % выше, чем в опытной №1.

Объём яичников контрольной группы перепелов находится в пределах от 1,89 до 2,00 см³, а в среднем это соответствует величине $1,95 \pm 0,03$ см³. У опытной группы №1 объём яичников на 7,70 % выше (1,90-2,30 см³), чем у перепелов из контрольной группы, а перепела опытной группы №2 имеют объём

яичников на 17,90 % выше (1,69-3,30 см³), чем в контрольной и на 10,20 % выше, чем в опытной №1.

У 45-ти-суточных перепелов всех групп масса яичников находится в пределах 0,16-0,37 г, средняя масса их составляет 0,30±0,03 г. Длина яичников всех особей равна 1,50 см, а средняя их длина – 1,50±0,00 см. Ширина яичников варьирует от 1,10 до 1,40 см, её средняя ширина равна 1,25±0,15 см. Объём яичников колеблется в пределах 2,00-3,30 см³, а средний объём их составляет 2,65±0,65 см³.

У 55-ти суточных перепелов контрольной группы масса яичников варьирует значительно, от 0,31 до 8,41 г, средняя масса яичников равна 4,36±2,34 г. В опытной группе №1 масса яичников птиц ниже на 90,4 % (от 0,20 до 0,80 г), а в опытной №2 – ниже на 64,40 % (от 0,43 до 3,73 г), чем в контрольной, и на 26,00 % выше, чем в опытной №1.

Длина яичников в контрольной группе находится в пределах 1,70-4,20 см, что в среднем равняется 2,95±0,75 см. В опытной группе №1 – на 48,10 % ниже (1,50-1,60 см), чем в контрольной, а в опытной группе №2 – ниже на 18,00 % (1,60-3,67 см), а в сравнении с опытной №1 выше на 30,10 %.

Ширину яичников перепелов контрольной группы определили в пределах от 0,90 до 3,77 см, в среднем она составляет 2,34±0,83 см. Опытной группы №1 – на 41,50 % ниже (от 1,10 до 1,50 см), а опытной группы №2 – на 3,40 % выше (от 1,00 до 2,33 см), чем в контрольной, и на 44,90 % выше, чем в опытной №1.

Измерение объёма яичников птиц контрольной группы позволило определить вариацию от 1,70 до 3,60 см³, а в среднем это составляет 0,42±0,19 см³. В опытной группе №1 объём яичников оказался на 269,05 % выше (3,00-12,40 см³), чем в контрольной, а в опытной группе №2 – на 938,10 % выше (2,40-18,90 см³), и на 33,20 % выше, чем в опытной №1.

Все группы перепелов в возрасте 55-ти суток имеют массу яичников в пределах 0,20-8,41 г, а в среднем их масса равна 0,99±0,03 г. Длина яичников имеет значения в пределах 1,50-2,00 см, а средняя длина составляет 1,65±0,08 см. Ширина яичников варьирует от 0,90 до 1,50 см, а средняя ширина равна 1,17±0,11 см. Объём яичников находится в пределах 1,70-3,50 см³, а средний объём равен 3,72±0,42 см³.

Выводы. Применение пробиотического препарата «Споровит» в комплексе с янтарной кислотой перепелам тexasской породы в возрасте 5-45 суток в опытной группе №2 оказало существенный результат в развитии полового аппарата, где морфометрические параметры органов размножения в три раза больше, чем в контрольной группе. Применение пробиотического препарата «Споровит» без добавления янтарной кислоты перепелам тexasской породы в возрасте 5-45 суток в опытной группе №1 оказало менее существенные результаты, а морфометрические параметры органов размножения являются в два раза меньшими, чем в опытной группе №2. У перепелов в возрасте 45-55 суток картина воздействия пробиотического препарата «Споровит» и янтарной

кислоты является прямо противоположной, интенсивность роста органов значительно снижается при применении пробиотического препарата «Споровит» в опытной группе №1 и менее значительно, при применении пробиотического препарата «Споровит» в комплексе с янтарной кислотой в опытной группе №2.

Список использованных источников:

1. Бидеев Б. А. Продуктивность и биологические особенности перепелов разных пород: дис. на соиск. учен. степ. канд. вет. наук; Горский гос. аграрный университет. - Владикавказ, 2016. – 120 с.

2. Егоров И. Кормление и содержание перепелов // Птицеводство. – 2009. – № 4. – С. 32.

3. Конате Н. Развитие органов воспроизводства перепелов в зависимости от источника обогрева / Н. Конате // Науч. произ. опыт в птицеводстве: Экспресс-информ. – 2002. – № 1. – С. 16-19.

4. Кочетова З. И., Белякова Л.С. Влияние различных технологических приемов на рост и развитие перепелов // Сборник научных трудов ВНИТИП. – Т. 74. Сергиев Посад, – 2000. – С. 102-107.

5. Кошчаева О. В., Фисенко Г.В., Хатхакумов С.С. Влияние пробиотиков на сохранность, рост, развитие и продуктивность перепелов // Молодой ученый. – 2015. – № 8. – С. 394-397.

6. Криштофорова Б.В., Лемещенко В.В., Лукашик Г.В., Саенко Н.Г., Соколов В.Г. Проблемы и перспективы повышения жизнеспособности и продуктивности животных // Творческое наследие Николая Яковлевича Данилевского и его значение для научной мысли России и Крыма: материалы международной научно-практической конференции. г. Симферополь, 21-23

References:

1. Bideev B.A. Productivity and biological characteristics of quails of different breeds: dis. for a job. learned. step. Cand. vet. sciences; Gorsky state agrarian university. Vladikavkaz, 2016. – 120 p.

2. Egorov I. Feeding and maintenance of quails // Poultry farming. – 2009. – No. 4. – P. 32.

3. Konate N. Development of the organs of reproduction of quails depending on the source of heating / N. Konate // Scientific. production experience in poultry farming: Express-inform. – 2002. – No. 1. – P. 16-19.

4. Kochetova Z. I., Belyakova L.S. The influence of various technological methods on the growth and development of quails // Collection of scientific works of VNITIP. – T. 74. Sergiev Posad, 2000. – P. 102-107.

5. Koschaeva O.V., Fisenko G.V., Hatkhakumov S.S. Influence of probiotics on the safety, growth, development and productivity of quail // Young scientist. – 2015. – No. 8. – P. 394-397.

6. Krishtoforova B.V., Lemeschenko V.V., Lukashik G.V., Saenko N.G., Sokolov V.G. Problems and prospects for increasing the viability and productivity of animals // Creative heritage of Nikolai Yakovlevich Danilevsky and its significance for the scientific thought of Russia and Crimea: materials of an international scientific and practical conference. Simferopol, May 21-23,

- мая 2015 г. – Симферополь, 2015. – С. 377-386.
7. Лысенко Ю.А. Влияние пробиотиков на мясную и яичную продуктивность перепелов // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2012. – № 5 (38). – С. 145-148.
8. Ноздрин Г.А. Научные основы применения пробиотиков в птицеводстве / Ноздрин Г.А., Иванова А.Б., Шевченко А.И., Ноздрин А.Г.: сб. мат. Новосиб. гос. аграр. ун-т. Новосибирск, 2005. – 188 с.
9. Петенко А.И. Перспективы использования пробиотиков на основе молочнокислых и пропионовокислых микроорганизмов в перепеловодстве // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2013. – № 43. – С. 66-71.
10. Пробиотическая кормовая добавка для сельскохозяйственных птиц и пушных зверей / Струнин Б.П., Каблучеева Т.Н. и еще 13 чел. // Патент на изобретение № 2458526 от 20.08.2012; опубл. 20.08.2012. Бюл. № 23.
11. Савельева А.Ю. Микроскопическое строение половых желез домашнего японского перепела: дис. на соиск. учен. степ. канд. вет. наук / А.Ю. Савельева; Красноярский гос. аграрный университет. Краснодар, 2016. – 142 с.
12. 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.
13. Саенко Н.В. Клинические изменения и интенсивность роста перепелов // Труды Кубанского государственного аграрного университета, 2015. – Симферополь, 2015. – С. 377-386.
7. Lysenko Yu. A. Influence of probiotics on meat and egg productivity of quail // Proceedings of the Kuban State Agrarian University, 2012. – No. 5 (38). – P. 145-148.
8. Nozdrin G.A. Scientific basis for the use of probiotics in poultry farming / Nozdrin GA, Ivanova AB, Shevchenko AI, Nozdrin AG: Sat. mat. Novosib. State Agrarian un-y. Novosibirsk, 2005. – 188 p.
9. Petenko A.I. Prospects for the use of probiotics based on lactic acid and propionic acid microorganisms in quail // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2013. – No. 43. – P. 66-71.
10. Probiotic feed additive for poultry and fur animals / Strunin B.P., Kablucheeva T.N. and 13 others. // Patent for invention No. 2458526 dated 20.08.2012; publ. 08/20/2012. Bull. No. 23.
11. Savelyeva, A.Yu. Microscopic structure of the gonads of domestic Japanese quail: dis. for a job. learned. step. Cand. vet. sciences / A.Yu. Saveliev; Krasnoyarsk state agrarian university. Krasnodar, 2016. – 142 p.
12. Saenko N.V., Asanova A.A. Structural features of the foregut of quails under the influence of the probiotic "Sporovit" and succinic acid / News of agricultural science of Taurida. – 2018. – No. 15 (178). – P. 144-155.
13. Saenko N.V. Clinical changes and intensity of growth of quails with the use of probiotic "Sporovit" and succinic acid // News of agricultural science of Taurida. – 2019. – No. 19 (182). – P.
14. Yashchenko A.S., Lemeshchenko V.V. Dynamics of topography and morphometry of the midgut of quails // Veterinary of the Kuban. – 2017. –

- репелов при применении пробиотика «Споровит» и янтарной кислоты // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2019. – №19 (182). – С.
14. Ященко А.С., Лемещенко В.В. Динамика топографии и морфометрии средней кишки перепелов // Ветеринария Кубани. – 2017. – № 5. – С. 19-20.
15. Kohler D., Longevity of japanese quails kept in individual cages / D. Kohler // Zeitschrift fur Versuchstierkund. 1981. – Vol. 23. – No. 4. – P. 239-241.
16. Sharma D., AppaRao K.B.C., Totley S.M. Measurement of within and between population genetic variability in quails // British Poultry Science. – 2000. – No. 41. – P. 29-32.
17. 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. – T. 51. – Supple 1. – P. 264-268.

Сведения об авторах:

Саенко Наталья Васильевна – кандидат ветеринарных наук, доцент, доцент кафедры анатомии и физиологии животных Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: nvsaenko@list.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Саенко Юлия Сергеевна – обучающаяся Института «Медицинская академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: julia.

Information about the authors:

Saenko Natalia Vasilyevna – Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department of anatomy and animal physiology of the Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: nvsaenko@list.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Saenko Julia Sergeevna – student of the Institute «Medical Academy named

saenko@list.ru, 295000, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, бул. Ленина, 5, Институт «Медицинская академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

after S.I. Georgievsky» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University». e-mail: julia.saenko@list.ru, Institute "Medical Academy named after S.I. Georgievsky" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", 5, Lenin b., Simferopol, Republic of Crimea, 95000, Russia.

УДК [639.122;616.36]

**ДИНАМИКА
МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕЧЕНИ
ПЕРЕПЕЛОВ В ВОЗРАСТНОМ
АСПЕКТЕ**

**DYNAMICS
OF MORPHOMETRIC
INDICATORS OF QUAIL
LIVER IN THE AGE ASPECT**

Лемещенко В.В., доктор ветеринарных наук, профессор;

Головченко В.В., аспирант;

Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Lemeshchenko V.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor;

Golovchenko V.V., postgraduate student;

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

Проводили морфометрию, определяя описательные статистики морфометрических показателей печени перепелов в постнатальном онтогенезе. Установили возрастные закономерности развития органа с первых суток до 50-суточного возраста. Так пик длины и толщины печени приходится на 40-суточный возраст перепелов, а максимум ширины печени наблюдается на 50-й день после рождения. Установили, что размеры печени с возрастом становятся асинхронными.

Ключевые слова: ветеринария, перепела, печень.

Conducted morphometry, determining descriptive statistics of morphometric parameters of quail hepar in postnatal ontogenesis. Established age patterns of organ development from the first day to 50th days of age. So the peak of the length and thickness of the hepar falls on the 40th day of age of quail, and the maximum width of the hepar is observed on the 50th day of life. It was found that the size of the liver becomes asynchronous with age.

Key words: veterinary medicine, quail, hepar.

Введение. Постнатальное развитие макроорганизма сопровождается количественными изменениями параметров морфологии внутренних органов, в том числе печени и желчного пузыря, которые влияют на их анатомо-топографические характеристики и функциональную активность [1, 2]. Морфологическая зрелость печени обеспечивает полноценное функционирование организма. Морфометрические параметры печени исследованы у животных и человека, они значительно изменяются в зависимости от вида и возраста млекопитающего [4, 5]. Результаты научных исследований в области возрастной морфологии указывают на зависимость интенсивности роста любого внутреннего органа от исходных морфометрических параметров. Установлено, что у крупных плодов

внутренние органы растут интенсивнее. Замечено, что возраст материнского организма оказывает влияние на возрастную динамику морфометрических показателей [3, 6]. В научной литературе данных о морфометрии печени перепелов в постнатальный онтогенез не обнаружено.

Цель исследования: изучение динамики морфометрических изменений печени перепелов в возрастном аспекте.

Материал и методы исследований. Исследования проводили на перепелах Техасской породы ввозрасте: 1, 10, 30, 40, 50 суток. Массу печени определяли на электрических весах «Техноваги ТВЕ» с точностью до 0,01 г. Морфометрические показатели определяли при помощи штангенциркуля с ценой делений 0,01 мм. Статистическую обработку цифрового материала провели на персональном компьютере. Печень извлекали из брюшной полости и определяли морфометрические показатели такие как: длина, ширина и толщина правой и левой долей печени.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием программного пакета для анализа данных в программе Microsoft Excel и программа статистической обработки данных StatSoft STATISTICA 10.0.1011.0.

Результаты и обсуждение. Выявили закономерные изменения массы печени, а также ее длины, толщины и ширины. Проанализировали разницу показателей между возрастными.

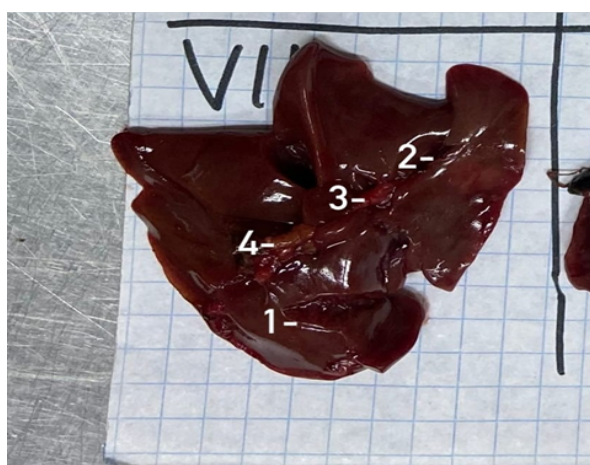
Длина правой и левой долей печени суточных перепелов составляет $1,13 \pm 0,11$ и $0,92 \pm 0,17$ см (таблица 1). Ее параметры с первых суточного по 10-суточный возраст увеличилась на 77 % и 33 %, на 30 сутки увеличилась на 48 % и 73 %, к 40 суткам на 21 % ($p < 0,01$) и на 20 %, а к 50-суточному возрасту показатели снизились на 21 % и 67 % ($p < 0,02$). Ширина правой и левой долей печени у птиц в суточном возрасте равна $0,60 \pm 0,00$ и $0,71 \pm 0,49$ см. К 10-суточному возрасту ширина на 16 % у правой доли печени и уменьшилась 24 % у левой. На 30 сутки жизни возросла на 74 % и 73 %, к 40 суткам – на 16 % ($p < 0,04$) и к 50-суточному возрасту уменьшилась на 34 % ($p < 0,01$) и 11 %. У суточных животных показатели толщины правой доли составляют $0,27 \pm 0,05$ и $0,12 \pm 0,05$ см. В первые 10 дней жизни цифры правой доли печени не изменились, а левой увеличились на 40 % ($p < 0,08$), на 30 сутки увеличились на 57 % и 63 %, к 40 суткам на 12 % и 25 %, а к 50-суточному возрасту уменьшились на 40 % и 28 %.

Длина печени варьируется в размере 0,9-5,0 см, максимум которой приходится на 40-суточный возраст перепелов, после чего остается на том же уровне, с незначительными отклонениями.

Таблица 1. Возрастные изменения морфометрических показателей долей печени перепелов

Параметры печени (см)	Длина (см)		Ширина (см)		Толщина (см)	
	П	Л	П	Л	П	Л
Суточные	1,13±0,11	0,92±0,17	0,60±0,00	0,71±0,49	0,27±0,05	0,12±0,05
10-сут.	1,76±0,36	1,37±0,20	0,71±0,23	0,54±0,15	0,27±0,08	0,20±0,07*
30-сут.	3,37±0,62	3,32±0,74	1,97±0,38	1,94±0,38	0,62±0,13	0,53±0,17
40-сут.	4,22±0,64**	4,15±0,72	2,33±0,61	2,30±0,29*	0,70±0,25	0,70±0,17*
50-сут.	3,34±0,51	3,34±0,69**	1,56±0,58**	2,06±0,82	0,42±0,20**	0,51±0,24*

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ – разница статистически достоверна относительно предыдущей возрастной группы перепелов.

**Рисунок 1. Печень перепела 40-суточного возраста:**

1- левая доля печени; 2- правая доля печени; 3- желчный проток; 4-печоночный проток

Анализ ширины печени показал, что ее промеры находятся в пределах 0,5-2,8 см, пик которой наблюдается в 50-суточном возрасте. Относительно толщины печени, то здесь ее размер 0,1-1,2 см. Наибольшее значение толщины печени установлено в 40-суточном возрасте, после чего показатель значительно снижается. Оценивая вес печени, видно, что ее масса составляет 0,31-12,0 г, предельное значение которой отмечается в 50-суточном возрасте.

Анализируя среднюю арифметическую установили, что рост длины, ширины и толщины правой и левой долей печени в постнатальном период онтогенеза происходит неравномерно. Таким образом, правая доля печени перепелов по длине, ширине и толщине превосходит левую долю печени в постнатальном онтогенезе.

Провели регрессионный анализ, данные показывают результаты подгонки

двойной взаимной модели для описания взаимосвязи между фактором А (возраст птиц) с переменной зависимой В (длина правой печени) (рис.2), из чего получили уравнение регрессии: $V = \ln(B) = -0,025982 + 0,341867 \cdot \ln(A)$.

В результате подгонки криволинейных моделей к данным выявили, что уровень детерминации равен 75,29 %, а корреляционное отношение – 0,86, что указывает на сильную связь между переменными. Поскольку значение Р меньше 0,05, имеется указание на возможную последовательную корреляцию на уровне достоверности 95,0 %.

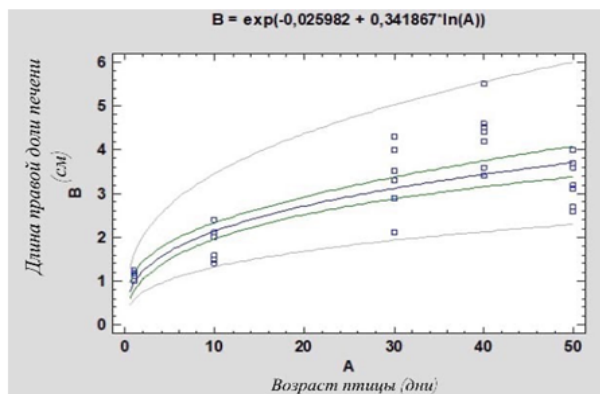


Рисунок 2. Длина правой доли печени перепела в зависимости от возраста птицы

Так же был проведен регрессионный анализ (рис. 3), с целью установления зависимости между возрастом птицы (А) и длиной левой печени (В), где в результате процент детерминации равен 74,73 %. Корреляционное отношение равно 0,86, это указывает, что связь между переменными является сильной.

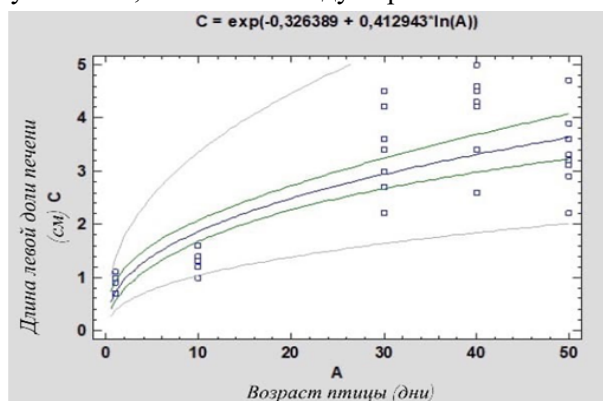


Рисунок 3. Длина левой доли печени перепела в зависимости от возраста птицы

Уравнение подобранной модели: $C = \ln(C) = -0,326389 + 0,412943 \cdot \ln(A)$.

Так как значение Р является менее чем 0,05, существует статистически значимая связь между С и А на уровне 95,0 % достоверности.

Выводы:

1. Проанализировав динамику роста печени, видно, что длина печени варьируется в размере от 0,9 до 5,0 см, а толщина от 0,1 до 1,2 см максимум которых приходится на 40-суточный возраст перепелов, после чего остается на том же уровне, анализ ширины печени показал, что ее пределы от 0,5 до 2,8 см, максимальный рост которой зафиксирован в 50-суточном возрасте. Масса печени составила от 0,31 до 12,0 г, которая достигла максимума на 50 сутки.

2. В результате анализа средней арифметической, пришли к выводу, что рост длины, ширины и толщины правой и левой долей печени в постнатальном период онтогенеза происходил неравномерно, в результате чего правая доля печени перепелов по длине, ширине и толщине превосходила левую долю печени в постнатальном онтогенезе.

3. При анализе показателей печени между возрастными, наибольшая динамика проявлялась в 10-20-суточном возрасте.

Список использованных источников:

1. Онтогенез и критические фазы развития человека и животных / И.В. Добрынина, Л.П. Тельцов, Т.А. Романова [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2008. – №4 (20). – С. 73-75.

2. Сидорова К.А., Череменина Н.А., Кузьмина Е.Н. Морфофункциональное состояние печени кроликов калифорнийской породы // Успехи современного естествознания. – 2012. – №9. – С. 37-40.

3. Краснолобова Е.П. Изменение ультразвуковой картины сосудов при основных патологиях печени // Современная наука – агропромышленному производству: материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 135-летию первого среднего учебного заведения Зауралья – Александровского реального училища и 55-летию ГАУ Северного Зауралья. Тюмень: ГАУСЗ, 2014. – С. 174-175.

4. Сулайманова Г.В., Донкова Н.В.

References:

1. Ontogeny and critical phases of human and animal development / I.V. Dobrynina, L.P. Teltsov, T.A. Romanova [et al.] // News of the Orenburg State Agrarian University. – 2008. – No. 4 (20). – P. 73-75.

2. Sidorova K.A., Cherenina N.A., Kuzmina E.N. Morphofunctional state of the liver of rabbits of the California breed // Uspekhisovremennogoestestvoznaniya. – 2012. – No. 9. – P. 37-40.

3. Krasnolobova E. P. Changes in the ultrasound picture of blood vessels in the main pathologies of the liver // Modern science – agro-industrial production: materials of the International scientific and practical conference dedicated to the 135th anniversary of the first secondary educational institution of the Trans – Urals-the Alexander Real School and the 55th anniversary of the GAU of the Northern Trans-Urals. Tyumen: GAUSZ, 2014. – pp. 174-175.

4. Sulaimanova G.V., Donkova N.V. The effect of increased doses of tylosin

Влияние повышенных доз тилозина на биохимические показатели крови и содержание малонового диальдегида в печени цыплят // Вестник ИРГСХА. – 2018. – Вып. 85. – С. 149–154.

5. Дроздова Л.И., Кундрюкова У.И. Печень птицы – живая лаборатория оценки качества кормления и содержания // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 5. – С. 68–71.

6. Курилкин В.В., Никитченко В.Е. Морфологическое строение печени у кур (обзор) // Вестник РУДН. 2011. №4. С.77-86.

on blood biochemical parameters and the content of malondialdehyde in the liver of chickens // Vestnik IrGSHA. – 2018. – Issue 85. – P. 149-154.

5. Drozdova L.I., Kundryukova U.I. The liver of a bird – a live laboratory for assessing the quality of feeding and maintenance // Agrarian Bulletin of the Urals. – 2010. – No. 5. – P. 68-71.

6. Kurilkin V.V., Nikitchenko V.E. Morphological structure of the liver in chickens (review) // Vestnik RUDN. 2011. – No. 4. – P. 77-86.

Сведения об авторах:

Лемещенко Владимир Владимирович – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и физиологии животных, директор института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: lemeshenko@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Головченко Виктор Владимирович – аспирант кафедры анатомии и физиологии животных института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: tyler1702@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского».

Information about the authors:

Lemeshchenko Vladimir Vladimirovich – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Anatomy and Physiology of Animals, Director of the Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: lemeshenko@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Golovchenko Viktor Vladimirovich – post-graduate student of the Department of Anatomy and Physiology of Animals of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: tyler1702@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

УДК 619 [639.122; 161.34]

**ДИНАМИКА
МОРФОМЕТРИИ
КИШЕЧНИКА ПЕРЕПЕЛОВ
В ПОСТНАТАЛЬНОМ
ОНТОГЕНЕЗЕ**

**DYNAMICS
OF QUAIL INTESTINAL
MORPHOMETRY
IN POSTNATAL ONTOGENESIS**

Лемещенко В.В., доктор ветеринарных наук, профессор;
Неделюк Т.С., аспирант;
Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

Lemeshchenko V.V., Doctor of Veterinary Sciences, Professor;
Nedelyuk T.S., postgraduate student;
Institute «Agrotechnological Academy» of the FSAEI HE «V.I. Vernadsky Crimean Federal University».

В статье проанализированы вопросы изменения морфометрических показателей кишечника и печени перепелов в возрастном аспекте. Были исследованы перепела с суточного по 50-суточный возраста породы Техасская 1, 10-, 30-, 40-, 50-суточного возраста с использованием комплекса морфологических методик. Провели сравнительный анализ морфометрических показателей кишечника перепелов между возрастными. Установили, что к 30 суткам после рождения птиц длина толстого и тонкого кишечника становятся наибольшими.

Ключевые слова: ветеринария, перепела, кишечник.

The article analyzes the issues of changes in the morphometric parameters of the intestines and liver of quail in the age aspect. Were investigated quail from the day to 50 days of age of the breed Texas 1, 10, 30, 40, 50 days of age using a complex of morphological methods. A comparative analysis of the morphometric parameters of the intestines of quails between the ages was carried out. It was found that by 30 days after the birth of birds, the length of the large and small intestines become the greatest.

Key words: veterinary medicine, quail, intestines.

Введение. Одной из важных тестовых систем является аппарат пищеварения, морфология которого важна для понимания развития организма [1, 3]. Морфология пищеварительного аппарата определяется для тестирования морфофункционального статуса систем разработки клинических методик, для дальнейшего рационального использования кормов и кормовых добавок, а также технических приемов содержания [2, 4, 6, 7]. Лемещенко В.В. и Мурунова М.В. исследуют развитие полостей тела, полученные ими результаты свидетельствуют об асинхронном развитии параметров длины кишечника в возрастном аспекте [5].

Преимущественно объектом исследования являются птицы взрослых возрастов, при этом динамика морфометрических показателей кишечника перепелов в постнатальный онтогенез рассмотрен в меньшей степени.

Цель работы: определение динамики морфометрических изменений кишок перепелов в возрастном аспекте.

Материал и методы исследований. Исследовали толстый и тонкий кишечник 49 голов перепелов породы «Техасские» разбитых на 5 групп (1 (n=4), 10 (n=9), 30 (n=9), 40 (n=9), 50 (n=9) – сутки). Живую массу птиц и кишечника вычисляли с помощью электронных весов «Техноваги ТВЕ» с точностью до 0,01 г. Морфометрические показатели определяли при помощи анатомического препарирования отделов кишечника. Из брюшной полости изолировали кишечник и проводили измерения с использованием штангенциркуля с ценой деления 0,01 мм. Определяли живую массу перепелов, массу и диаметр тонкого и толстого кишечника, длину туловища от кончика клюва до корня хвоста, длину туловища от затылка до корня хвоста, а также длину двенадцатиперстной, тощей, слепой, прямой и подвздошной кишок.

Статистическую обработку результатов исследования проводили с использованием программного пакета для анализа данных в программе Microsoft Excel и программы статистической обработки данных StatSoft STATISTICA 10.0.1011.0.

Результаты и обсуждение. При морфометрическом исследовании кишечника у перепелов техасской породы в период роста продуктивности нами были выявлены закономерные изменения её массы и длины с увеличением возраста птицы. Провели сравнительный анализ показателей кишечника между возрастными группами.

У суточных животных длина двенадцатиперстной кишки составляет $3,32 \pm 0,15$ см (таблица 1). Двенадцатиперстная кишка с суточного по 10-суточный возраст увеличилась на 62 %, к 30 суткам жизни на 46 %, к 40 суткам размер стала больше на 22 %, ($p < 0,06$) с предыдущим возрастом, а к 50-суточному возрасту на выросла на 6 %.

У суточных перепелов длина тощей кишки равна $6,05 \pm 0,34$ см. Тощая кишка с суточного возраста увеличилась на 76 %, к 30-суточному – на 22 %, ($p < 0,02$) в сравнении с параметрами прошлого возраста, к 40-суточному возрасту – на 4 %, а на 50 сутки стала больше на 10 %.

Подвздошная кишка суточных животных равна $1,45 \pm 0,51$. К 10-суточному возрасту она увеличивается на 60 %, на 49 % в 30-суточном возрасте. К 40-суточному возрасту перепелов показатели длины подвздошной кишки уменьшились на 10 % и на 6 % в 50-суточном возрасте.

Длина слепой правой и левой кишки перепелов суточного возраста составляет $1,65 \pm 0,47$ и $1,60 \pm 0,49$ см. В 10-суточном возрасте она возрастает на 60 % и 65 %, к 30 суткам на 50 % и 53 %, к 40 суткам жизни параметры длины кишки снизились на 7 % и 9 %, а в 50-суточном возрасте снизились на 15 % ($p < 0,02$) и 27 % левая кишка.

В суточном возрасте прямая кишка птиц имеет длину $1,26 \pm 0,20$ см. К

10-суточному возрасту она преумножилась на 53 %, на 33 % к 30-суточному, на 2 % в 40-суточном возрасте и на 8 % в 50-суточном возрасте.

Таблица 1. Возрастные изменения морфометрических показателей кишечника перепелов

Параметры отделов кишечника (см)	Суточные	10-суточные	30-суточные	40-суточные	50-суточные
Длина 12-перстной	3,32±0,15	8,56±1,41	15,75±1,94	13,98±1,81*	14,83±2,23
Длина тощей	6,05±0,34	25,10±6,45	32,15±5,09**	33,24±5,72	30,10±5,72
Длина подвздошной	1,45±0,51	3,76±0,66	7,25±0,97	6,55±1,52	6,20±1,61
Длина слепой (Л)	1,65±0,47	4,16±0,61	8,41±0,92	7,67±1,73	5,67±1,00**
Длина слепой (П)	1,60±0,49	3,94±0,64	8,27±0,75	7,77±1,76*	6,57±0,97*
Длина прямой	1,26±0,20	2,64±0,75	3,90±0,64	3,95±0,32	4,25±1,02

Примечание: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$ – разница статистически достоверна относительно предыдущей возрастной группы перепелов.

Максимальный рост тонкого кишечника наблюдается в 30-суточном возрасте.

Размер двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок увеличивается до 30-суточного возраста, а затем остается на одном уровне, незначительно изменяясь (рис. 1).



Рисунок 1. Кишечник 30-суточного перепела: 1- двенадцатиперстная кишка; 2- тощая кишка; 3- подвздошная кишка; 4- слепая кишка; 5- прямая кишка

Пиковый рост толстого отдела кишечника отмечен в 50-суточном возрасте. Наибольшая интенсивность роста в 30-суточном возрасте наблюдается у слепой кишки и в 40-суточном возрасте у прямой кишки. Масса кишечника составляет 0,45-20,19 г, предел которой приходится на 50-суточный возраст перепелов.

Провели регрессионный анализ (рис.2), из которого выходит, что при факторе А (возраст перепелов) с зависимой переменной В (длина всего кишечника) в результате подгонки нескольких криволинейных моделей к данным, уровень значимости равен 96,63 %, корреляционное отношение 0,98, что указывает на сильную связь между переменными.

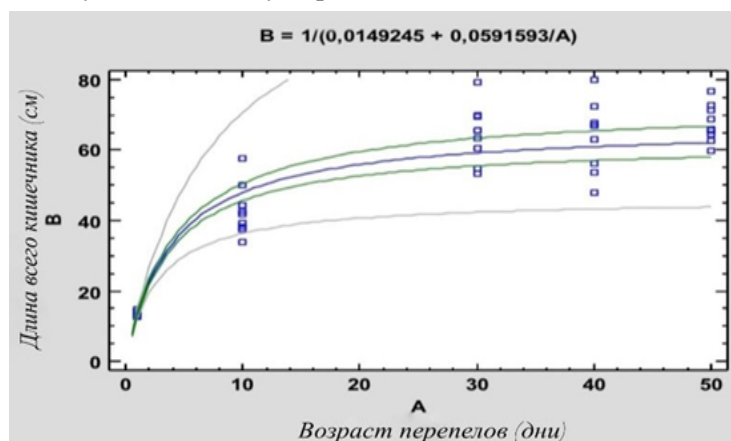


Рисунок 2. Длина всего кишечника в зависимости от возраста перепела

Поскольку значение Р меньше 0,05, это означает, что существует статистически значимая связь между В (длина всего кишечника) и А (возраст перепелов) на уровне 95,0% достоверности. Уравнение регрессии: $B = 1/(0,0149245 + 0,0591593/A)$.

На рисунке 3 сравнили фактор С (длина толстого кишечника) с зависимой переменной В (длина всего кишечника). Уравнение подобранной модели является: $B = 1/(0,0008717 + 0,187273/C)$. Коэффициент детерминации показывает, что модель графика объясняет 91,48 % изменчивости в В. Корреляционное отношение 0,95, что указывает на сильную связь между переменными В (длина всего кишечника) и С (длина толстого кишечника).

Поскольку значение Р больше 0,05, нет никаких указаний на значимую связь на уровне достоверности 95,0 %.

При анализе фактора G (длина тонкого кишечника) с зависимой переменной В (длина всего кишечника) двойная обратная модель дает уровень значимости 99,18 % (рис. 4). Корреляционное отношение составляет 0,99, это означает, что связь между переменными является сильной.

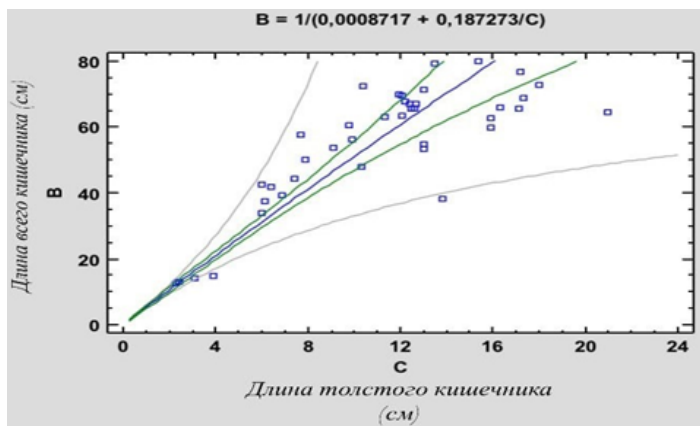


Рисунок 3. Длина всего кишечника в зависимости от длины толстого кишечника перепела
Уравнение регрессии: $B = 1/(0,000559179 + 0,786332/G)$

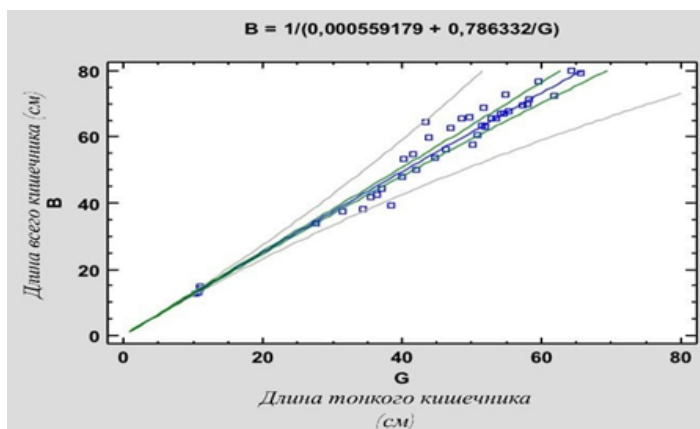


Рисунок 4. Длина всего кишечника в зависимости от длины тонкого кишечника перепела

Значение P меньше 0,05, указывает на существующую статистически значимую связь между B (длина всего кишечника) и G (длина тонкого кишечника) на уровне достоверности 95,0 %.

Выводы. Таким образом, морфометрические показатели живой массы и параметров толстого и тонкого кишечника у суточных перепелов наименьшие. Размер тонкого кишечника за весь период исследования составлял от 10,3 до 65,7 см, максимальный рост отделов кишечника был зафиксирован в 30-суточном возрасте, а затем не изменялся. Масса кишечника составила от 0,45 до 20,19 г, наибольший прирост его массы приходится на 50-суточный возраст перепелов. Сравнительный анализ показателей кишечника между возрастными группами в процентном соотношении показал, что достоверное увеличение происходит в первые 10-20 суток жизни перепелов, а после увеличивается лишь незначительно.

Список использованных источников:

1. Завалеева С.М., Чиркова Е.Н. Морфология внутренних структур сердца кролика // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2004. – № 4 (4). – С. 147–148.

2. Ноговицина Е.А. Возрастные особенности морфологии кишечника гусей при введении в рацион Вермикулита / Е.А. Ноговицина // Автореф. дис. канд. биол. наук. – Троицк, 2007. – 21 с.

3. Давлетова Л.В., Капралова Л.Т., Термелева А.Г. Морфофункциональные основы формирования в онтогенезе типов пищеварения жвачных и всеядных животных: атлас / Давлетова Л.В., Капралова Л.Т., Термелева А.Г. – М.: Наука, 2008. – 80 с.

4. Пономарева Т.А. Сравнительно-возрастная морфометрия участков тонкого отдела кишечника у гусей и уток / Т.А. Пономарева, Е.А. Ноговицина // Материалы IX науч. практ. конф. «Перспективы, направления научных исследований молодых ученых». Троицк, 2005. – С. 118-120.

5. Лемешченко В.В., Мурунова А.В. Динамика параметров полости тела перепелов обыкновенных в эксперименте // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – №11 (174). – Симферополь, 2017. – С. 78-84.

6. Reis J.S. Intestinal morphometry in meat quails fed with digestible threonine/ J.S. Reis, N.J.L. Dionello, A.P. Nunes, D.C.N. Lopes, A.G. Gotuzzo, D.U. Tyska, F. Rutz// Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia. – 2016. – №4. – P. 983-990.

7. Aptekmann K.P. Morphometric analysis of the intestine of domestic quails (*Coturnix coturnix japonica*)

References:

1. Zavaleeva S.M., Chirkova E.N. Morphology of the internal structures of the rabbit heart // Proceedings of the Orenburg State Agrarian University. – 2004. – No. 4 (4). – P. 147-148

2. Nogovitsina E.A. Age-related features of the intestinal morphology of geese when introducing Vermiculite into the diet / E.A. Nogovitsina // Abstract of the dissertation of the candidate. biol. nauk. – Troitsk, 2007. – 21 p.

3. Davletova L.V., Kapralova, L.T., Termeleva A.G. Morphofunctional bases of formation in the ontogenesis of digestive types of ruminants and omnivores: atlas / Davletova L.V., Kapralova L.T., Termeleva A.G. – M.: Nauka, 2008. – 80 p.

4. Ponomareva T.A. Comparative-age morphometry of the small intestine sections in geese and ducks / T.A. Ponomareva, E.A. Nogovitsina // Materials of the IX scientific. practical. conf. "Prospects, directions of scientific research of young scientists". Troitsk, 2005. – P. 118-120.

5. Lemeshchenko V. V., Murunova A.V. Dynamics of the parameters of the body cavity of common quails in an experiment // News of agricultural science of Taurida. – №11 (174). – Simferopol, 2017. – P. 78-84.

6. Reis J.S. Intestinal morphometry in meat quails fed with digestible threonine/ J. S. Reis, N. J. L. Dionello, A. P. Nunes, D. .N. Lopes, A. G. Gotuzzo, D.U. Tyska, Rutz F// Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia. – 2016. – No. 4. – P. 983-990.

7. Aptekmann K.P. Morphometric analysis of the intestine of domestic quails (*Coturnix coturnix japonica*)

treated with different levels of dietary calcium/ K.P. Aptekmann, S.M.B. Artoni, M.A. Stefanini, M.A. Orsi// *Anatomia, Histologia, Embryologia: Journal of Veterinary Medicine Series C.* – 2001. – № 5. – P. 277-280.

treated with different levels of dietary calcium/ K.P. Aptekmann, S.M.B. Artoni, M.A. Stefanini, M.A. Orsi// *Anatomia, Histologia, Embryologia: Journal of Veterinary Medicine Series C.* – 2001. – № 5. – P. 277-280.

Сведения об авторах:

Лемешенко Владимир Владимирович – доктор ветеринарных наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и физиологии животных, директор института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: lemeshenko@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Неделюк Татьяна Сергеевна – аспирант кафедры анатомии и физиологии животных института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского», e-mail: tatjana.minor@rambler.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

Information about the authors:

Lemeshchenko Vladimir Vladimirovich – Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Head of the Department of Anatomy and Physiology of Animals, Director of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: lemeshenko@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Nedelyuk Tatiana Sergeevna – post-graduate student of the Department of Anatomy and Physiology of Animals of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: tatjana.minor@rambler.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

УДК 619:616.98:579.834.115

**ЛАНДШАФТНО-
ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И
ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ
УСЛОВИЯ ДЛЯ
ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ
ОЧАГОВ ЛЕПТОСПИРОЗА
В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ
НА ПРИМЕРЕ ДЖАНКОЙСКОГО
РАЙОНА И ПРИСИВАШЬЯ**

Полищук С.В., кандидат биологических наук, доцент;

Быченко Д.Д., обучающийся;

Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского».

*Проведено эпизоотологическое обследование условий для формирования и функционирования инфекционной паразитарной системы лептоспироза на территории Республики Крым, а именно на примере Джанкойского района и Присивашья. Результатом стало выявление активных потенциальных природных очагов лептоспирозной инфекции, а также установлены виды синантропных мышевидных грызунов (мелких млекопитающих), которые являются резервуаром данного заболевания. Итогом постановки РМА с сывороткой крови пойманных мышей было выделение нескольких штаммов лептоспир, среди которых самыми распространенными стали *L. Grippotyphosa*, *L. Icterohaemorrhagiae* и *L. Hebdomadis*. По полученным данным была создана общая картографическая схема, указывающая на*

**LANDSCAPE-GEOGRAPHICAL
AND CLIMATIC CONDITIONS
FOR THE FORMATION
OF NATURAL FOCI OF
LEPTOSPIROSIS IN THE
REPUBLIC OF CRIMEA ON
THE EXAMPLE OF DZHANKOY
DISTRICT AND PRISIVASHYE**

Polishchuk S.V., Candidate of Biological Sciences, Associate Professor;

Bychenko D.D., student;

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

*An epizootological examination of the conditions for the formation and functioning of the infectious parasitic system of leptospirosis on the territory of the Republic of Crimea, namely on the example of the Dzhankoy district and Prisivashye, was carried out. The result was the identification of active potential natural foci of leptospirosis infection, as well as the types of synanthropic mouse-like rodents (small mammals) that are the reservoir of this disease. The result of the formulation of PMA with the blood serum of captured mice was the isolation of several strains of leptospira, among which the most common were *L. Grippotyphosa*, *L. Icterohaemorrhagiae* and *L. Hebdomadis*. According to the data obtained, a general cartographic scheme was created indicating potential natural foci of leptospirosis, which are dangerous for agricultural and*

потенциальные природные очаги лептоспироза, являющиеся опасными для сельскохозяйственных и плотоядных животных, а также человека.

Ключевые слова: лептоспироз, инфекция, мышевидные грызуны, Республика Крым, Джанкойский район, Присивашье, лептоспиросители, домовая и степная мышь, ландшафт, климат, почвенный состав, серотипы, штаммы, картографический анализ.

carnivorous animals, as well as human.

Keywords: leptospirosis, infection, mouse-like rodents, Republic of Crimea, Dzhankoy district, Prisivashye, leptospirosis carries, house and steppe mouse, landscape, climate, soil composition, serotypes, strains, cartographic analysis.

Введение. Лептоспироз – одно из самых распространенных бактериальных заболеваний мира, которое по-прежнему представляет собой эпидемиологическую, экологическую и экономическую проблему и представляет угрозу как животным, так и человеку [2, с.3]. Со временем изменился характер течения и проявления лептоспирозной инфекции у животных, а именно по данным Департамента ветеринарии Российской Федерации болезнь протекает бессимптомно и только у 6-7 % инфицированных отмечают клинические признаки, а уровень лептоспиросительства достигает 20% и выше [4, с.107]. Возникновение инфекции у людей связано с заболеванием животных-лептоспиросителей, стоячих водоемов и ведения своей профессиональной деятельности (ветеринарные врачи) [7, с.3]. Такой значительный процент инфицированных животных существенно снижает эффективность противоэпизотических мероприятий и увеличивает количество неблагоприятных по лептоспирозу хозяйств [5, с.4].

В течении всего времени существования болезни была установлена его территориальная приуроченность к формированию аутохтонных и атропурических очагов в зависимости от предрасполагающих факторов конкретного биотопа. [1, с.4]. Так, на площади Джанкойского района и Присивашья замечена закономерность влияния микроклимата на создание потенциальных природных очагов лептоспирозной инфекции, ведущим звеном которой являются мышевидные грызуны 2-х видов, представляющими собой резервуар заболевания (далее лептоспиросители) и носящие угрозу для сельскохозяйственных животных данной территории.

В современном мире существует достаточное количество для выделения, идентификации и установления заболевания как у животного, так и у человека. Наиболее обширное применение получил тест микроскопической агглютинации (МАТ), который считается «золотым стандартом» в постановке диагноза [8, с.2]. Однако данный метод может давать неправильный результат, сигнализировать о предыдущем заражении и не предоставлять точной информации о способности животного поддерживать хроническую инфекцию и участвовать в цикле передачи [6, с.3].

Существует тенденция к образованию во многих областях России урбанических очагов природно-зоонозных инфекций, что приводит к значимости комплекса «хозяин-резервуар». В связи с этим стоит острая проблема для внедрения в эпизоотологию и ветеринарную науку новые лабораторные исследования, методы эпизоотологического исследования, для своевременного установления и ликвидации эпизоотических очагов, потенциальных носителей и переносчиков возбудителей инфекционных болезней, с последующим их мониторингом [3, с.2-3].

Материал и методы исследований. Данная работа выполнялась на базе кафедры микробиологии, эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы института «Агротехнологическая академия» КФУ им. В.И. Вернадского, а также на основании полученных данных в Санитарно-эпидемиологическом отделе по Республике Крым (СЭС РК). С целью определения лептоспиросительства у грызунов проводился отлов на колониях с 2017-2021 годы. Схема отлова состояла из установления капканов №0 с приманкой на норы, где сконцентрировано масштабное количество мышей. Для определения вида мелких млекопитающих (далее ММ) изучалась статистика за прошлые года на базе СЭС РК, где с помощью картографического анализа указана схема расположения и циркуляции популяций грызунов на конкретной территории, а также изучались анатомические особенности отловленных мышей и установление их систематики.

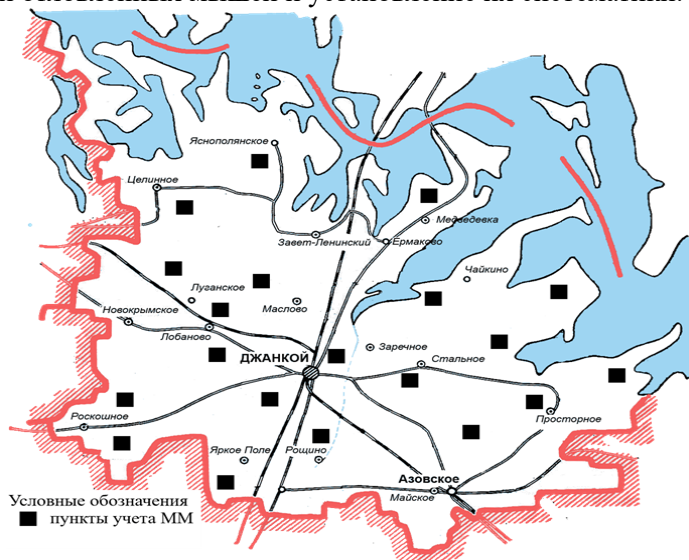


Рисунок 1. Пункты учета мелких млекопитающих Джанкойского района и Присивашья

На рисунке 1 представлены места пункта учета численности и отлова мелких млекопитающих. Точка назначения пункта учета ставится из расчета нахождения рядом населенных пунктов с высокой концентрацией восприимчивых животных продуктивных хозяйств и сосредоточения особей мелких грызунов в зависимости от их нозоареала на данной площади. На территории

Джанкойского района и примыкающего к нему Присивашья насчитывается условных 20 точек учета ММ. Данные пункты созданы для сбора контрольной группы грызунов, с целью определения эпизоотической ситуации по лептоспирозу на территории всего Крымского полуострова.

В таблице 1 представлено количество пойманных мышевидных грызунов на территории Джанкойского района и Присивашья с 2017 по 2021 годы, ежегодный отлов, которых, проводился так, чтобы охватить всю изучаемую территорию. Общая численность составляет 2827 особей.

Таблица 1. Численность пойманных особей с 2017 - 2021 гг. на территории Джанкойского района и Присивашья

Год проведения отлова	Количество пойманных особей
2017	423
2018	502
2019	718
2020	650
2021	534
Всего	2827

У каждого животного была отобрана сыворотка крови в количестве 1 мл для проведения лабораторных исследований, с целью выявления лептоспирозносительства и идентификации штамма. В качестве серологического метода все пробы были подвергнуты исследованию в реакции микроагглютинации (РМА), которая ставилась в полистироловых лунках с антигенами *L. Bataviae*-HS-26 и *L. romona* Ромона в разведениях 1:5, 1:10, 1:20, 1:30 и т.д. до определенного титра с контрольной пробой. Далее все пробы выдерживали в термостате при 300 С в течении 1 часа и по истечению времени результат определяли в микроскопе согласно ГОСТ 25386-91 и учет реакции проводили в крестах по 4 – балльной системе.

Для оценки функционирования инфекционной паразитарной системы лептоспирозной инфекции, определения её эпизоотического проявления и природно-климатических особенностей, использовались следующие методы эпизоотологического исследования:

1. Сравнительно-географический метод: установление взаимосвязи между изменением микроклимата окружающей среды домовой и степной мыши и перемещение особей ближе к антропоургическим зонам, а также определение территориальной ограниченности лептоспироза.

2. Определение биотопа ММ и проведение ландшафтного районирования местности Джанкойского района и Присивашья;

3. Статистическая обработка данных, полученных на базе Санитарно-эпидемиологического отдела по Республике Крым;

4. Обобщение результатов серологических исследований и выделение наиболее часто встречаемого штамма лептоспир у грызунов;

5. Построение картографической модели потенциальных природных очагов лептоспироза вблизи фермерских хозяйств и частных подворий.

Результаты и обсуждение. При ландшафтно-географическом обследовании Джанкойского района и Присивашья установлено, что данная зона отличается засушливым умеренно жарким климатом с повышенным ветровым режимом, в почвенный состав входят черноземы и среднесолонцеватые почвы с рН 6,2-6,5. Перечисленные показатели создают благоприятные условия для выращивания злаковых культур, такие как: пшеница, овес, кукуруза. По данным на 2012-2013 валовый сбор основных сельхозкультур в Крыму составил: зерновые – 1,29 млн., пшеница – 765 тыс., зернобобовые 50 тыс. [9]. Такой высокий уровень урожайности способствовал населению территории пахотных земель вредителями –грызунами, для которых вышеперечисленные культуры являются основным рационом.

Но из-за закрытия подачи воды на данную местность через Северо-Крымский канал в 2014 году, количество получаемого урожая в год снизилось в 2 раза, увеличилась площадь земли не пригодная для ведения земледелия, что побудило домовую и степную мышь передислоцироваться в места активной деятельности человека, а соответственно ближе к сельскохозяйственным продуктивным животным.

При проведении отлова мышевидных грызунов, как представлено на рисунке 1, а также дифференцировки отловленных особей по анатомо-физиологическим признакам было установлено, что данный нозоарел масштабно населен домовой (*Mus musculus*) и степной (*Sylvaeumus witherbyi*) мышью, экстерьер которых представлен на рисунке 2.

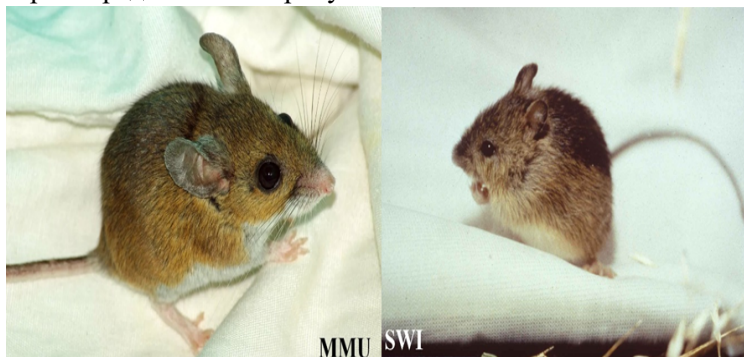


Рисунок 2. Домовая (MVU) и Степная (SWI) мыши

Данные виды являются самыми многочисленными на территории Крыма, сосредоточение которых наблюдается в таких биотопах как кустарники, неудобья и целина. По статистике отлова грызунов на 2012-2013 год количество представителей данного вида насчитывалось около 6 тысяч, в то время как на 2021 год 2 тысячи, что в 2 раза меньше, чем за прошлые года. Это связано с тем,

что произошло закрытия подачи воды на данную местность через Северо-Крымский канал в 2014 году, количество получаемого урожая в год снизилось в 2 раза, увеличилась площадь земли не пригодная для ведения земледелия, что является движущим фактором к сокращению приплода грызунов и побудило домовую и степную мышь изменить свой биотоп на места активной деятельности человека, а соответственно ближе к сельскохозяйственным животным.

На рисунке 3 показаны места максимальной концентрации домовой и степной мыши, что определяется конкретным ландшафтом местности.

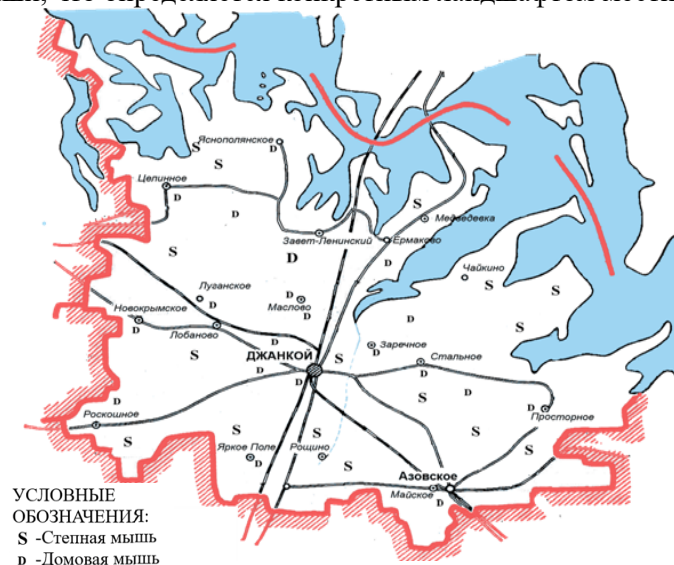


Рисунок 3. Концентрация особей степной и домовой мышь на территории Присивашья и Джанкойского района на 2017-2021 гг.

Для определения лептоспираносительства у каждого отловленного грызуна отбиралась проба крови, которую серологическим методом исследовали в реакции микроагглютинации (далее РМА). В таблице 2 приведены результаты выделения положительно реагирующих ММ, отловленных на территории Джанкойского района и Присивашья, начиная с 2017 года и по сегодняшнее время.

Расчет процентного соотношения (D , %) с 2017-2021 гг. между общим количеством пойманных особей и выявленных среди них положительных высчитывалось по следующей формуле:

$$D = \frac{A}{B} * 100\%,$$

где D – процентное соотношение положительных ММ от общего количества ММ;

A – выявленные лептоспираносители (положительные) грызуны;

B – общее количество пойманных грызунов на территории.

$D = \frac{5}{254} * 100\% = 1.97\%$ – процентное соотношение положительных ММ к общему количеству за 2017 г.)

По представленной формуле проводились расчеты по всем годам начиная

с 2017 по 2021 гг. Результаты занесены в таблицу 2.

Степень вовлеченности того или иного вида грызунов в эпизоотический процесс лептоспироза рассчитывался по следующей формуле:

$$M = \frac{\sum}{N},$$

где M – степень вовлеченности степной и домовой мыши в эпизоотическое проявление лептоспироза (далее ЭПЛ);

\sum – общее количество положительных особей ММ;

N – взятый промежуток времени для исследования (5 лет).

$$M = \frac{19}{5} = 3,8 \text{ – степень вовлеченности в ЭПЛ домовой мыши.}$$

$$M = \frac{17}{5} = 3,4 \text{ – степень вовлеченности в ЭПЛ степной мыши.}$$

Полученные в ходе расчета результаты занесены в таблицу 2.

Таблица 2. Экспертная оценка спектра патогенности лептоспир среди популяции домовой и степной мыши на территории Джанкойского района и Присивашья за 2017-2021 гг.

№ п/п	Период, взятый для анализа	Домовая мышь			Степная мышь		
		Всего	Выявлено «+»	D,%	Всего	Выявлено «+»	D, %
1	2017	254	5	1,97	169	3	1,78
2	2018	212	3	1,42	290	2	0,69
3	2019	401	3	0,75	317	5	1,58
4	2020	370	4	1,08	280	3	1,07
5	2021	186	4	2,15	348	4	1,15
	N = 5 лет	M=285,6	M=3,8	M=1,4	M=280,8	M=3,4	M=1,2

Изучая таблицу 2 отмечаем, что домовая мышь наиболее вовлечена в проявление эпизоотического процесса лептоспирозной инфекции на исследуемой территории, положительных особей которой насчитывается наибольшее количество в 2017 году – 5 сероположительных, а наименьшее в 2018-2019 гг. – 3 положительно реагирующих животных. В пробах крови, полученные от степной мыши в промежутке за 2017-2021 гг. максимальное количество выявленных случаев лептоспиросительства регистрируется в 2019 – 5 особей.

Установили, что лептоспироз в условиях изучаемого района республики регистрируется практически на всей территории. Показатель лептоспиросительства среди грызунов в среднем по всему изучаемому району составил $M=3,6$, что на домовую мышь приходится $M=3,8$, а на степную $M=3,4$, что на 0,4 меньше. Это доказывает, что эти грызуны являются ведущими видами в звеньях эпизоотического процесса лептоспироза среди мышей, регистрирую-

щихся на площади всего полуострова.

При исследовании проб сывороток крови в РМА положительным результатом считается повышение титра антител 1:50 и более.

С целью выявления потенциальных природных очагов лептоспирозной инфекции на территории Присивашья и Джанкойского района среди популяций мышей, была проведена идентификация возбудителя для установления наиболее встречающегося и опасного серотипа для сельскохозяйственных животных.

Для определения серотипов лептоспир из проб сывороток крови проводилась перекрестная РМА с помощью следующих наборов эталонных диагностических штаммов лептоспироза: *L. Icterohaemorrhagiae* – M20, *L. Grippotyphosa* – Moskva V, *L. Pomona* – Pomona П.О.5621, *L. Tarassovi* – перепелицин, *L. Hebdomadis* – M20.

В таблице 3 представлены результаты структурного анализа возбудителя по серотипам у положительно реагирующих ММ и выделение наиболее часто встречающегося среди особей.

Расчет частоты встречаемости штаммов лептоспир среди домовой и степной мыши проводился по следующей формуле:

$$P = \frac{\sum}{R} * 100\%,$$

где P – частота встречаемости штаммов лептоспир среди домовой и степной мыши;

\sum – сумма случаев идентификации конкретного штамма лептоспир;

R – количество сероположительных ММ.

$P = \frac{7}{36} * 100\% = 19,4\%$ – частота встречаемости штамма *L. Icterohaemorrhagiae* среди сероположительных ММ.

По представленной формуле проводились расчеты по всем годам начиная с 2017 по 2021 годы. Результаты занесены в таблицу 3.

Таблица 3. Выделенные штаммы лептоспир из проб сыворотки крови домовой и степной мыши за 2017-2021 гг.

Год	Домо- вая мышь	Степная мышь	Ictero- haem.	Gripp.	Hebdom.	Pomona	Taras- sovi
2017	5	3	1	4	2	0	1
2018	3	2	0	2	1	1	1
2019	3	5	2	2	1	1	2
2020	4	3	1	3	2	0	1
2021	4	4	3	4	0	1	0
\sum	19	17	7	15	6	3	5
	R=36	P = 19,4%	P= 41,7%	P= 16,7%	P= 8,3%	P= 13,9%	

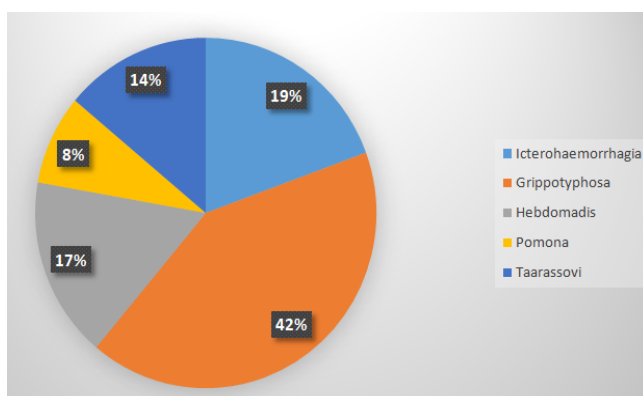


Рисунок 4. Линейно-графическая сравнительная схема-модель частоты встречаемости штаммов лептоспир среди домовый и степной мыши на территории Джанкойского района и Присивашья

При проведении сравнительного анализа результатов из таблицы 3 и рисунка 4 установлено, что самыми распространенными серотипами среди проб крови положительных мышевидных грызунов стали *L. Grippytyphosa* – 41,7 %, *L. Icterohaemorrhagia* – 19,4 %, *L. Hebdomadis* – 16,7 %, на долю которых приходится до 77,8 %.

По данным ежегодного учета Джанкойского ВЛПЦ сельскохозяйственных животных из хозяйств и частных подворий, на 2021 год на территории Джанкойского района, включающего город Джанкой и примыкающие крупные сёла (Лобаново, Новокрымское, Заречное, Луганское, Целиное), а также территории Присивашья (Азовское, Медведевка) насчитывается: 5250 голов КРС, 120 голов свиней и 1000 голов сельскохозяйственной птицы (куры, гуси, утки). В то время как по данным за 2017-2020 гг. количество с/х животных составило: КРС – 11428 голов, свиньи – 347 голов, птицы – 2475.

Динамика численности с/х животных в районе представлена на рисунке 5.

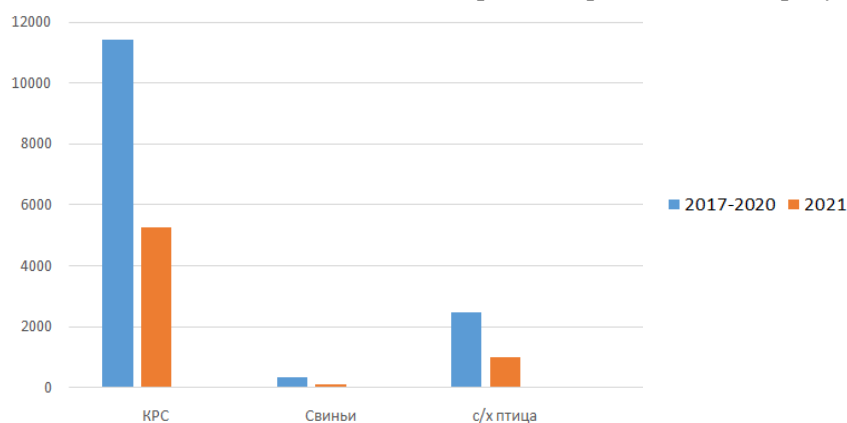


Рисунок 5. Динамика численности с/х животных на территории Джанкойского района с 2017-2021 гг.

Из рисунка 5 прослеживается четкая тенденция к уменьшению численности продуктивных животных в 2 раза. Это связано с изменением уровня ведения животноводства, нет дотаций на скотоводство, а также отсутствует надлежащая кормовая база, из-за прекращения ведения аграрной отрасли хозяйства.

Исходя из результатов, полученных в ходе данной работы, были выявлены 2 вида мышевидных грызунов – это степная и домовая мышь, представители которых являются лептоспиросителями трех штаммов *L. Grippotyphosa*, *L. Icterohaemorrhagia* и *L. Hebdomadis*. Данные особи циркулируют вблизи крупных сел и города в пределах Джанкойского района и Присивашья, на территории которых регистрируются несколько крупных предприятий: СПК «Северный Крым», СК «Победа», ЗАО «Семена Крыма», СООО «Ясная Поляна», КСП «Маяк», СК «КПА», СХОО «Обильный», СПК «Заречное», ОАО «Новатор», а также поголовье скота на частных дворах. Данные комплексы специализируются на выращивании зерновых культур и продуктивного скота, с целью реализации доброкачественной продукции и являются местами концентрации ММ, что представляет угрозу для заболевания животных лептоспирозом, контаминации возбудителя с кормами и готовой продукцией, а также их инфицирования.

На рисунке 6 представлены обобщенные данные по выявленным потенциальным природным очагам лептоспироза, которые находятся вблизи крупных предприятий и сел, с высокой концентрацией продуктивного восприимчивого скота, с указанием конкретно циркулирующего вида грызунов.

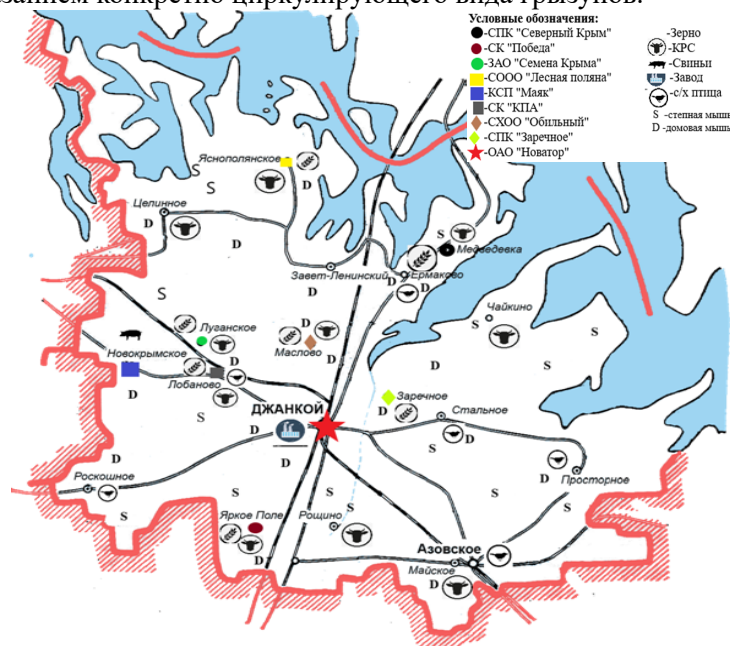


Рисунок 6. Картографическая схема-модель концентрации синантропных очагов лептоспироза вблизи антропогенных зон и фермерских хозяйств Джанкойского района и Присивашья

В процессе данной работы установлено, что на территории Джанкойского района и Присивашья наблюдается повышенная концентрация лептоспирозитителей, а именно популяции домовая и степная мыши, среди которых циркулируют 3 часто встречаемых серотипа *L. Grippotyphosa*, *L. Icterohaemorrhagia* и *L. Hebdomadis*. Данные особи населяют в основном антропоургические зоны района с продуктивным скотом, для которых эти виды грызунов являются опасным источником лептоспирозной инфекции.

Выводы.

1. Домовая и степная мышь является резервуаром лептоспирозной инфекции на территории Республики Крым;
2. Наиболее часто регистрируемые штаммы лептоспир среди популяций домовая и степная мыши по серологическим исследованиям стали *L. Grippotyphosa*, *L. Icterohaemorrhagia* и *L. Hebdomadis*.
3. Джанкойский район и Присивашье – потенциальные природные синантропные очаги лептоспироза;
4. Большая часть особей мышевидных грызунов концентрируется вблизи КФХ и частных секторов формируя антропоургические природные очаги, что несет угрозу и риски для массового заболевания сельскохозяйственных и плотоядных животных, а также человека лептоспирозной инфекцией.

Список использованных источников:

1. Ананьин В.В. Географическое распространение лептоспирозов / В.В. Ананьин, Е.В. Карасева // Лептоспирозы людей и животных. – М.: Медицина. – 2015. – 26 с.
2. Назарова О. О природной очаговости лептоспирозной инфекции в Таджикистане / О. Назарова, А. Муминов, Ш. Джумаев // Сельскохозяйственный технологии №6. – Екатеринбург. – 2019. – 5 с.
3. Орехов, И.В. Оценка Эпидемиологического значения компонентов городской синантропной фауны: автореф. дис... докт.биол.наук / И.В. Орехов: – Ростов-на-Дону. – 2004. – С. 5.
4. Шатрубова Е. Эпизоотологическое районирование лептоспироза сельскохозяйственных животных в горных районах юга-западной Сибири / Е.В. Шатрубова, П.И. Барышник

References:

1. Ananyin V. Geographical distribution of leptospirosis / V.V. Ananyin, E.V. Karaseva // Leptospirosis of humans and animals. – M.: Medicine. – 2015. – P. 26.
2. Nazarova O. On the natural foci of leptospirosis infection in Tajikistan / O. Nazarova, A. Muminov, Sh. Dzumaev // Agricultural Technologies No.6. – Yekaterinburg. – 2019. – P.5.
3. Orekhov I Assessment of the epidemiological significance of the components of the urban synanthropic fauna: abstract.diss...doct.biol.sciences / I.V. Orekhov: – Rostov-on-Don. – 2004. – P. 5.
4. Shatrubova E. Epizootological zoning of leptospirosis of farm animals in mountainous areas of southwestern Siberia / E.V. Shatrubova, P.I. Baryshnikov // Bulletin of the Altai

ков // Вестник Алтайского государственного аграрного университета №7 (165). – Алтай. – 2018. – С. 106.

5. Guzman B. Seroprevalence and risk factors for *Leptospira* spp. in small ruminants of semi-arid zone in northeastern Colombia. / B. Guzman, L.C. Martinez-Rodriguez, J.C. Tobon-Torreglosa, G.A. Tafur-Gomez // *Tropical Animal Health and Productoin* 54. – 2021. – P. 21

6. Gomard, Y. Tracking Animal Reservoirs of Pathogenic *Leptospira*: The Right Test for the Right Claim. / Y. Gomard, K. Dellagi, S.M. Goodman, P. Mavingui // *Tropical Medicine and Infections Disease*. – 2021. – P. 19

7. Guzman B. Seroprevalence and risk factors for *Leptospira* spp. in small ruminants of semi-arid zone in northeastern Colombia. / B. Guzman, L.C. Martinez-Rodriguez, J.C. Tobon-Torreglosa, G.A. Tafur-Gomez // *Tropical Animal Health and Productoin* 54. – 2021. – P. 15.

8. Oyamada Y. Amachine learning model of microscopic agglutination test for diagnosis of leptospirosis. / Y. Oymada, R. Ozuru, T. Masuzawa, A. Miyahara // *PLoS ONE* 16 (11): e0259907. – 2021. – P. 16.

9. https://ru.wikipedia.org/wiki/Сельское_хозяйство_Крыма

State Agrarian Iniversity No. 7 (165). – Altai. – 2018. – P. 106.

5. Guzman B. Seroprevalence and risk factors for *Leptospira* spp. in small ruminants of semi-arid zone in northeastern Colombia. / B. Guzman, L.C. Martinez-Rodriguez, J.C. Tobon-Torreglosa, G.A. Tafur-Gomez // *Tropical Animal Health and Productoin* 54. – 2021. – P. 21.

6. Gomard, Y. Tracking Animal Reservoirs of Pathogenic *Leptospira*: The Right Test for the Right Claim. / Y. Gomard, K. Dellagi, S.M. Goodman, P. Mavingui // *Tropical Medicine and Infections Disease*. – 2021. – P. 19.

7. Guzman B. Seroprevalence and risk factors for *Leptospira* spp. in small ruminants of semi-arid zone in northeastern Colombia. / B. Guzman, L. C. Martinez-Rodriguez, J.C. Tobon-Torreglosa, G.A. Tafur-Gomez // *Tropical Animal Health and Productoin* 54. – 2021. – P. 15.

8. Oyamada Y. Amachine learning model of microscopic agglutination test for diagnosis of leptospirosis. / Y. Oymada, R. Ozuru, T. Masuzawa, A. Miyahara // *PLoS ONE* 16 (11): e0259907. – 2021. – P. 16.

9. https://ru.wikipedia.org/wiki/Сельское_хозяйство_Крыма

Сведения об авторах:

Полищук Светлана Викторовна – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры микробиологии, эпизоотологии и ветеринарно-санитарной экспертизы института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского»,

136

Information about the authors:

Polishchuk Svetlana Viktorovna – Candidate of Biological Science, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Microbiology, Epizootology and Veterinary and Sanitary Expertise of the Institute "Agrotechnological Academy" of FSAEI

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

Быченко Дарья Дмитриевна – обучающаяся факультета ветеринарной медицины института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ имени В.И. Вернадского», e-mail: chevroleimpala67@mail.ru, 295492, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, п. Аграрное, Институт «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И.Вернадского».

HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: poliver@bk.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Bychenko Daria Dmitrievna – student of the Faculty of Veterinary Medicine of the Institute "Agrotechnological Academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", e-mail: chevroleimpala67@mail.ru, Institute "Agrotechnological academy" of the FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University", Agrarnoye v., Simferopol, Republic of Crimea, 295492, Russia.

Рефераты статей, опубликованных в теоретическом и научно-практическом журнале «Известия сельскохозяйственной науки Тавриды». № 28 (191), 2021 г.

АГРОНОМИЯ

УДК 635.25 (292.471)

Кеньо И.М.

АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОЗИМОГО ЛУКА В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО КРЫМА

Цель исследований: сравнить и выделить лучший сорт или гибрид озимого лука репчатого для выращивания в условиях степного Крыма. Результаты проведенных фенологических наблюдений в 2017-2019 годы исследований, подтверждают вывод, что характер роста растений и их развитие, изменяется в связи с погодными условиями в период выращивания, а также сроков выращивания и сортовых особенностей. Так на период всходов и фазы начального роста растений лука репчатого значительное влияние оказывают не только погодные условия, но и качество подготовки почвы к посеву и посев. Соблюдение оптимальной глубины посева очень важно, так как при чрезмерном заглублении семян, всходы появляются позже и растение более слабое, а при недостаточном заглублении всходы будут изреженные из-за недостатка влаги в верхних слоях почвы. В начальных вазах роста сортовые особенности растений практически не проявлялись. Анализ урожайности сортов и гибридов озимого лука репчатого за 2018 год показал, что достоверно наибольшая урожайность была у гибрида Рондо F_1 и составила 74,3 т/га, что значительно превышает урожайность контрольного гибрида Вольф F_1 , у которого она составила 55,4 т/га. У сортов Сибирь и Свифт урожайность ниже контроля и составляла 46,8 т/га – 45,6 т/га, соответственно. Урожайность гибрида Спай F_1 составила 50,2 т/га, что так же ниже контроля. Наибольшая урожайность в 2019 году так же была получена у гибрида Рондо F_1 и составила – 83,2 т/га. На втором месте по урожайности были гибриды Вольф F_1 – 60,1 т/га и Спай F_1 – 59,7 т/га, разница между контрольным гибридом не превышает НСР. Урожайность сортов Сибирь – 51,4 т/га и Свифт – 49,8 т/га были практически одинаковыми и самыми низкими среди изучаемых сортов и гибридов. Наивысшие показатели по площади листовой поверхности перед уборкой были зафиксированы у контрольного гибрида Вольф F_1 – 44,9 тыс. м²/га, ближе всего по показателям площади листовой поверхности были гибрид Спай F_1 – 44 тыс. м²/га и сорт Свифт – 43,9 тыс. м²/га. Наименьшие показатели зафиксированы у сорта Сибирь – 40,8 тыс. м²/га. Самая большая средняя урожайность за два года получена у гибрида Рондо F_1 – 78,8 т/га, что превышает среднюю урожайность контрольного гибрида Вольф на 21,1 т/га. А наименьшую урожайность показал сорт Свифт – 47,7 т/га, что может быть связано с более длительным периодом вегетации.

Kenyo I.M.

AGROBIOLOGICAL ASSESSMENT OF WINTER ONION IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE CRIMEA

The purpose of the research: to compare and identify the best variety or hybrid of winter onion for cultivation in the conditions of the steppe Crimea. The results of the phenological observations carried out in 2017-2019 years of research confirm the conclusion that the nature of plant growth and their development changes due to weather conditions during the growing period, as well as growing periods and varietal characteristics. So, the period of germination and the phase of initial growth of bulb onion plants is significantly influenced not only by weather conditions, but also by the quality of soil preparation for sowing and sowing. Compliance with the optimal sowing depth is very important, since if the seeds are excessively buried, seedlings appear later and the plant is weaker, and if the seedlings are not

deep enough, the seedlings will be sparse due to lack of moisture in the upper layers of the soil. In the initial vases of growth, varietal characteristics of plants practically did not appear. Analyzing the yield of varieties and hybrids of winter onion for 2018, it can be seen that the Rondo F_1 hybrid had the highest yield and amounted to 74,3 t/ha, which significantly exceeds the yield of the control hybrid Wolf F_1 in which it was 55,4 t/ha. In varieties Siberia and Swift, the yield was lower than the control and amounted to 46,8 t/ha – 45,6 t/ha, respectively. The yield of the Spy F_1 hybrid was 50,2 t/ha, which is also lower than the control. The highest yield in 2019 was also obtained from the Rondo F_1 hybrid and amounted to 83,2 t/ha. The second place in terms of yield was occupied by Wolf F_1 hybrids – 60,1 t/ha and Spy F_1 – 59,7 t/ha, the difference between the control hybrid does not exceed HSR. The yield of varieties Siberia – 51,4 t/ha and Swift – 49,8 t/ha were almost the same and the lowest among the studied varieties and hybrids. The highest values in terms of leaf surface area before harvesting were recorded in the control Wolf F_1 hybrid – 44,9 thousand m^2/ha , the closest in terms of leaf surface area were the Spy F_1 hybrid – 44 thousand m^2/ha and Swift variety – 43,9 thousand m^2/ha . The lowest indicators were recorded for the Siberia variety – 40,8 thousand m^2/ha . The highest average yield for two years was obtained with the Rondo F_1 hybrid – 78,8 t/ha, which exceeds the average yield of the control Wolf hybrid by 21,1 t/ha. And the Swift variety showed the lowest yield – 47,7 t/ha, which may be associated with a longer growing season.

УДК 635.262:631.547.4

Дементьев Ю.Н.

ВЛИЯНИЕ ПРЕПАРАТА «МАТРИЦА РОСТА» НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ВЕГЕТАТИВНЫХ ЛУКОВИЧЕК ЧЕСНОКА

Технология выращивания озимого чеснока в Крыму проводится посадкой зубками. В тоже время многие ученые указывают на производство луковиц озимого чеснока непосредственно из вегетативных луковичек. Вегетативные луковички формируются в верхней части соцветия чеснока и, по мнению многих авторов, являются безвирусным материалом. Для повышения урожайности такого посевного материала хорошие результаты дает обработка растений препаратом «Матрица роста». Опыты показали, что пятикратная обработка растений чеснока этим препаратом в разные фазы развития, на протяжении всего периода выращивания, привела к укреплению иммунитета растений чеснока, следствием чего явилось увеличение числа зонтиков на растении, уменьшению заболеваемости листового аппарата, и в целом к повышению урожайности вегетативных луковичек. В итоге мы получили оздоровленный посевной материал вегетативных луковичек чеснока первой репродукции при ограниченном применении пестицидов при их выращивании, сохранив почву от лишнего химического загрязнения, вредного как для почвы, так и для человека. Такой безвирусный посевной материал при посеве в июле дает более оздоровленные луковицы чеснока второй репродукции.

Dement'ev Yu.N.

INFLUENCE OF THE «MATRIZA ROSTA» PREPARATION ON GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF VEGETATIVE GARLIC BULBS

The technology of growing winter garlic in Crimea is carried out by planting with chives. At the same time, many scientists point to the production of winter garlic bulbs directly from vegetative bulbs. Vegetative bulbs are formed in the upper part of the garlic inflorescence and, according to many authors, are virus-free material. To increase the yield of such seed, good results are obtained by treating plants with the «Matriza rosta» preparation. Experiments have shown, that five-fold treatment of garlic plants with this drug at different stages of development,

throughout the entire growing period, led to a strengthening of the immunity of garlic plants, which resulted in an increase in the number of umbrellas on the plant, a decrease in the incidence of leaf apparatus, and, in general, to an increase in the yield of vegetative bulbs. As a result, we obtained a revitalized seed material of vegetative bulbs of garlic of the first reproduction with the limited use of pesticides during their cultivation, preserving the soil from unnecessary chemical pollution, harmful to both the soil and humans. This virus-free seed, when sown in July, produces healthier second-generation garlic bulbs.

УДК 633.174

Юдина В.Н., Болдырева Л.Л., Бритвин В.В.

НАСЛЕДОВАНИЕ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ГИБРИДАМИ F₁ СОРГО САХАРНОГО

В данной работе отображены трехлетние исследования по изучению наследования хозяйственно-ценных признаков гибридами сорго сахарного в условиях Предгорного Крыма. Цель исследования состояла в том, чтобы на основании полученных данных выделить гибриды со сверхдоминированием признаков: периодом «всходы - полная спелость», высотой растений, длиной метелки и содержанием сахаров в соке стеблей образцов сорго сахарного, полученных на основе сортов и линий из коллекции Всероссийского института растениеводства им. Н.И. Вавилова и селекции Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского». В результате исследования выявлено, наследование таких признаков как продолжительность периода «всходы-созревание», высота растений, длина метелки и содержание сахаров в соке стеблей у гибридов сорго сахарного происходит по принципу частичного доминирования, полудоминирования, неполного доминирования, полного доминирования и сверхдоминирования. Может проявляться как положительный так и отрицательный эффект доминирования. Рекомендованы образцы со сверхдоминированием признаков, а также их родительские формы для дальнейшей селекционной работы.

Yudina V.N., Boldyreva L. L., Britvin V.V.

INHERITANCE OF AGRONOMIC CHARACTER BY HYBRIDS F₁ OF SWEET SORGHUM

This paper reflects a three-year research on the inheritance of economically valuable traits by hybrids of sweet sorghum in the conditions of the Piedmont Crimea. The purpose of the study was to identify, on the basis of the data obtained, hybrids with overdominance of traits: the vegetation period, plant height, panicle length and sugar content in the juice of sweet sorghum stems obtained on the basis of varieties and lines from the collection of N.I. Vavilov the All-Russian Institute of Genetic Resources of Plants and selection of the Institute "Agrotechnological Academy" FSAEI HE "V.I. Vernadsky Crimean Federal University". As a result of the research, it was revealed that the inheritance of such traits as the duration of the "shoot-ripening" period, plant height, panicle length and sugar content in the juice of the stems in sweet sorghum hybrids occurs according to the principle of partial dominance, semi-dominance, incomplete dominance, complete dominance and overdominance. Both positive and negative effects of dominance can be manifested. Varieties with overdominance of traits are recommended, as well as their parental varieties for further breeding work.

УДК 633.15:631.559(470)

Томашова О.Л., Ильин А.В., Захарчук П.С., Сильченко К.Р., Томашова А.С.

**ПРОДУКТИВНОСТЬ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ
СОЧЕТАНИЯ ПОЧВОПОКРОВНЫХ КУЛЬТУР В ПОЛЕВОМ СЕВООБОРОТЕ И NO-TILL
В ПРЕДГОРНО-СТЕПНОМ КРЫМУ**

В условиях недостаточного увлажнения Республики Крым проведены научные исследования эффективности почвопокровных культур в севообороте по системе No-till в предгорно-степном Крыму. Доказано, что на фоне технологии no-till, используемой в севообороте, почвопокровные культуры, как по отдельности, так и в смесях, проявляют неодинаковое влияние на отдельные показатели. Таким образом, в посевах почвопокровных культур были отмечены не только культурные растения, но и сорняки и падалица предшественника. Варианты почвопокровных культур и их смесей, возделываемые в севообороте, оказали положительное влияние на подавление численности и массы сорной растительности. Этот эффект достоверно наблюдался на вариантах Озимый рапс + Вика; Овес; Редис; Овес + Редис + Вика. Урожайность озимой пшеницы была одинаковой на всех вариантах почвопокровных культур, что может быть объяснено коротким периодом после прекращения вегетации почвопокровных культур и недостаточным биологическим эффектом.

Tomashova O.L., Ilyin A.V., Zakharchuk P.S., Silchenko K.R., Tomashova A.S.

**PRODUCTIVITY WINTER WHEAT IN DEPENDENCE FROM
THE COMBINATION GROUNDCOVER CROPS IN THE FIELD CROP ROTATION
AND NO-TILL IN THE FOOTHILL-STEPPE CRIMEA**

In the conditions of insufficient humidification of the Republic of Crimea, scientific studies of the effectiveness of groundcover crops in crop rotation according to the No-till system in the foothill-steppe Crimea were carried out. It is proved that against the background of the no-till technology used in crop rotation, groundcover crops, both individually and in mixtures, show unequal influence on individual indicators. Thus, in the crops of groundcover crops, not only cultivated plants were noted, but also weeds and carrion of the predecessor. Variants of groundcover crops and their mixtures cultivated in crop rotation had a positive effect on the suppression of the number and mass of weed vegetation. This effect was reliably observed on the variants Winter rape + Vetch; Oats; Radish; Oats + Radish + Vetch. The yield of winter wheat was the same on all variants of groundcover crops, which can be explained by a short period after the termination of vegetation of groundcover crops and insufficient biological effect.

АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ**УДК 631.314:612**

Соболевский И.В.

**ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ
РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ ГИБКО-УДАРНОЙ РОТАЦИОННОЙ БОРОНЫ В УСЛОВИЯХ ЗОН
РИСКОВАННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ РЕСПУБЛИКИ КРЫМ**

Одним из основополагающих резервов по повышению урожайности является внедрение ресурсосберегающих почвозащитных технологий - «бесплужная обработка сельскохозяйственных культур». К данным технологиям и относится так называемое ранневесеннее боронование, которое входит во все ресурсосберегающие технологические процессы по возделыванию продукции

растениеводческого комплекса [1]. Чтобы предотвратить это негативное явление в верхнем пласте почвы необходимо всегда разрушать образующиеся капилляры. Одновременно, при наступлении тепла активизируются вредители, а также болезни, обитающие в верхних слоях. Сорные растения начинают усиленный рост, что в будущем приведет к угнетению культурных растений. Таящий снежный покров также вызывает появление небольших ручейков, формирующих бороздки и небольшие наносы [3]. Для усиления борьбы с этими негативными явлениями должно своевременно проводиться ранневесеннее боронование, которое должно обеспечить: полное разрушение почвенной корки, полное рыхление верхнего слоя почвенного покрова, полное уничтожение сорной растительности, полное уничтожение вредных микроорганизмов, усиленную активизацию роста озимых и яровых культур. Данный вариант ресурсосберегающего земледелия является региональным и в почвенно-климатических условиях для Республики Крым требует доработки конструкций рабочих органов борон с учетом особенностей нормы выпадения осадков, особенностей типа почв и рельефа местности. Особое значение приобретает здесь потенциальный риск как водной, так и ветровой эрозии [1]. Цель исследований – повышение качества поверхностной обработки почвы в условиях зон рискованного земледелия Республики Крым путем применения методов биосистемного подхода к созданию конструкции рабочих органов для гибко-ударной ротационной бороны БГУР-2,8. Результаты анализа особенностей движения червя в почвенном покрове с учетом строения его элементов тела, позволило обосновать рабочие органы гибко-ударной ротационной бороны БГУР-2,8 (патент на изобретение РФ № 2 628 577). Результаты полученных лабораторных исследований показывают, что по всей ширине захвата рабочих органов для гибко-ударной ротационной бороны образуются прерывистые борозды в виде полусферических лунок, которые осуществляют задержание как талых, так и дождевых вод, что предотвращает активизацию целого фронта испарения, а также приводит к минимизации формирования постоянства в активном подтоке влаги из горизонтов, лежащих ниже формирования лунок. Применение рабочих органов для гибко-ударной ротационной бороны позволяет улучшить процесс создания прерывистых борозд в форме лунок, повысить водопроницаемость верхнего, обработанного слоя почвы и его сопротивляемость порывам ветра поля с выдерживанием всех агротехнологических требований предъявляемых к боронованию почвы в условиях зон рискованного земледелия Республики Крым.

Sobolevsky I.V.

RESEARCH OF THE QUALITY OF SURFACE TILLAGE WORKING BODIES OF A FLEXIBLE-IMPACT ROTARY HARROW IN THE CONDITIONS OF RISK AGRICULTURE IN THE REPUBLIC OF CRIMEA

One of the fundamental reserves for increasing yields is the introduction of resource-saving soil-protecting technologies - "unmanned cultivation of agricultural crops." These technologies include the so-called early spring harrowing, which is included in all resource-saving technological processes for the cultivation of crop production [1]. To prevent this negative phenomenon in the upper soil layer, it is always necessary to destroy the capillaries that form. At the same time, with the onset of heat, pests are activated, as well as diseases that live in the upper layers. Weed plants begin to grow rapidly, which in the future will lead to the oppression of cultivated plants. The melting snow cover also causes the appearance of small rivulets that form grooves and small drifts [3]. To enhance the fight against these negative phenomena, early spring harrowing should be carried out in a timely manner, which should ensure: complete destruction of the soil crust, complete loosening of the top layer of the soil cover, complete destruction of weeds, complete destruction of harmful microorganisms, enhanced activation of the growth of winter and spring crops. This option of resource-saving agriculture is regional and

in soil and climatic conditions for the Republic of Crimea requires the revision of the structures of the working bodies of the harrows, taking into account the peculiarities of the precipitation rate, the characteristics of the type of soil and the terrain. The potential risk of both water and wind erosion is of particular importance here [1]. The purpose of the research is to improve the quality of surface tillage in the conditions of risky farming zones in the Republic of Crimea by applying the methods of the biosystem approach to creating the design of working bodies for the flexible-shock rotary harrow BGUR-2,8. The results of the analysis of the features of the movement of the worm in the soil cover, taking into account the structure of its body elements, made it possible to substantiate the working organs of the flexible-shock rotary harrow BGUR-2,8 (patent for invention of the Russian Federation No. 2 628 577). The results of the obtained laboratory studies show that across the entire working width of the working bodies for the flexible-impact rotary harrow, intermittent grooves are formed in the form of hemispherical holes, which carry out the retention of both melt and rainwater, which prevents the activation of the whole evaporation front, and also leads to minimization the formation of constancy in the active inflow of moisture from the horizons lying below the formation of holes. The use of working bodies for a flexible-shock rotary harrow makes it possible to improve the process of creating intermittent grooves in the form of holes, to increase the water permeability of the upper, treated soil layer and its resistance to wind gusts of the field, while meeting all the agrotechnological requirements for harrowing the soil in the conditions of risky agriculture zones of the Republic of Crimea.

УДК 631.361.6

Воложанининов С.С., Завалий А.А., Волобуев Д.Д., Воложанинова В.С.

ДИНАМИКА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА ДЛЯ СУШКИ СЕМЯН В КОНВЕЙЕРНОМ УСТРОЙСТВЕ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Определена величина предварительного натяжения ленты, обеспечивающая допустимое натяжение в нагруженном состоянии. Для этих условий определен максимальный прогиб ленты конвейера. Выполнен сравнительный анализ натяжения полотна и его прогиба для случаев равномерного и неравномерного нагружения полотна ленты в поперечном сечении. Получено, что равномерное нагружение приводит к наибольшим величинам натяжения ленты и, соответственно, наибольшим реакциям в местах её крепления к пружинам. При неравномерном нагружении при идентичных условиях работы транспортёра прогиб полотна имеет большее значение, чем при равномерном нагружении. Разработана методика расчёта статического неравномерного нагружения комбинированной ленты конвейера, представляющей собой нежёсткую ленту с плоской поддерживающей постелью, соединённую с тяговыми цепями упругими элементами – витыми цилиндрическими пружинами. Методика позволяет для заданных вида и ширины ленты, удельной нагрузки на ленту и предварительного поперечного натяжения рассчитать действующее поперечное натяжение пружины и величину прогиба ленты. С использованием разработанной методики выполнен анализ статического нагружения нежёсткой ленты из полиамидного волокна шириной 2000 мм при нагрузках, соответствующих режимам нагружения горизонтального конвейера устройства инфракрасной сушки семян полевых культур. Выполнен сравнительный анализ натяжения полотна ленты и её максимального прогиба для случаев равномерного и неравномерного нагружения. Установлено, что при неравномерном нагружении величина натяжения полотна ниже, а величина максимального прогиба выше, чем при равномерном нагружении. Для эффективной работы ленты конвейера устройства инфракрасной сушки необходимо обеспечивать равномерное нагружение полотна ленты. Естественное появление неравномерности при движении равномерно распределённых по ширине ленты семян является негативным для

процесса их сушки и вентиляции, но не ухудшает условия механической работоспособности комбинированной ленты, а улучшает их, так как боковые нагрузки на ленту снижаются. Установлено, что для заданного диапазона рабочих режимов комбинированной ленты конвейера существует зона значений предварительного натяжения, обеспечивающая минимальное значение натяжения ленты конвейера в ходе её работы. Разработанная методика является расчётной основой для проектирования комбинированной ленты конвейера.

Volozhaninov S.S., Zavaly A.A., Volobuev D.D., Volozhaninova V.S.

DYNAMICS OF A HORIZONTAL BELT CONVEYOR FOR DRYING SEEDS IN A CONVEYOR DEVICE FOR PROCESSING SEEDS BY PHYSICAL METHODS

The value of the pre-tension of the belt, which provides the permissible tension in the loaded state, is determined. For these conditions, the maximum deflection of the conveyor belt is determined. A comparative analysis of the tension of the web and its deflection is performed for cases of uniform and uneven loading of the web of the tape in cross section. It is found that uniform loading leads to the greatest values of belt tension and, accordingly, the greatest reactions in the places of its attachment to the springs. With uneven loading under identical working conditions of the conveyor, the deflection of the web is more important than with uniform loading. A method has been developed for calculating static uneven loading of a combined conveyor belt, which is a non-rigid belt with a flat supporting bed connected to traction chains by elastic elements – twisted cylindrical springs. The technique allows for the specified type and width of the tape, the specific load on the tape and the preliminary transverse tension to calculate the effective transverse tension of the spring and the amount of deflection of the tape. Using the developed methodology, the analysis of static loading of a non-rigid polyamide fiber belt with a width of 2000 mm was performed under loads corresponding to the loading modes of the horizontal conveyor of the infrared drying device for field crops. A comparative analysis of the belt web tension and its maximum deflection for cases of uniform and uneven loading is performed. It is established that with uneven loading, the web tension value is lower, and the maximum deflection value is higher than with uniform loading. For the effective operation of the conveyor belt of the infrared drying device, it is necessary to ensure uniform loading of the belt web. The natural appearance of unevenness in the movement of seeds evenly distributed over the width of the tape is negative for the process of drying and ventilation, but does not worsen the conditions of mechanical performance of the combined tape, but improves them, since the lateral loads on the tape are reduced. It is established that for a given range of operating modes of the combined conveyor belt, there is a zone of pre-tension values that provides a minimum value of the tension of the conveyor belt during its operation. The developed methodology is the computational basis for the design of a combined conveyor belt.

УДК 664.8.039.51+66.047.4/.5

Сергеев М.А., Завалий А.А., Ермолин Д.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПРОЦЕССА СУШКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ В КОМПАКТНОМ УСТРОЙСТВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ИНФРАКРАСНОЙ СУШКИ

Для сушки сельскохозяйственного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ, такого как ягоды, фрукты, эфирноносные и лекарственные травы, стевия, выжимка винограда разработано компактное устройство динамической инфракрасной сушки. С целью определения удельных энергетических затрат и продолжительности динамической инфракрасной сушки растительного сырья выполнена сушка виноградной выжимки, полученной из свежего винограда

сорта каберне, в разработанном устройстве, а также в компактном устройстве конвективной сушки для получения сравнительных характеристик процесса сушки. Получено, что эффективными режимами сушки являются предельно большие по допустимому для сохранности биологически активных веществ температуры сырья в ходе сушки. Снижение температуры сырья в ходе сушки с 60 °С до 50 °С приводит к увеличению удельных энергетических затрат более чем на 10 %, а продолжительность сушки увеличивается в 1,7 раза. Динамическая инфракрасная сушка в разработанном компактном устройстве эффективнее конвективной сушки в компактном устройстве по затратам в 1,2 раза, а по продолжительности сушки в 1,3 раза.

Sergeev M.A., Zavaliy A.A., Ermolin D.V.

EXPERIMENTAL DETERMINATION OF THE CHARACTERISTICS OF THE DRYING PROCESS OF AGRICULTURAL RAW MATERIALS IN A COMPACT DEVICE FOR DYNAMIC INFRARED DRYING

For drying agricultural raw materials with high content of biologically active substances, such as berries, fruits, essential and medicinal herbs, stevia, and grape pomace, a compact device for dynamic infrared drying was developed. Determination a specific power inputs and dynamic infra-red drying duration among vegetative raw material we performed drying grape pomace obtained from fresh Cabernet grapes in the designed device as well as in a compact device for convection drying in order to obtain comparative characteristics of the drying process. It was obtained that the drying effective modes are the highest possible temperature at raw materials in the course of drying for the biologically active substances preservation. Decrease in raw material temperature during drying from 60 °C to 50 °C leads to increase in specific energy consumption by more than 10 %, and duration of drying increases by 1.7 times. Dynamic infrared drying in the developed compact device is 1.2 times more cost-effective than convective drying in the compact device, and 1.3 times longer than drying in terms of duration.

УДК. 631.3

Высоцкая Н.Д., Красовский В.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ ПРИ ЗАПРЕССОВКЕ РЕЗИНОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ШАРНИРА БАЛАНСИРА ГУСЕНИЧНОГО ТРАКТОРА

С помощью пакета прикладных программ NELVIS вычислительного комплекса КОДЕТОМ, основанного на методе конечных элементов, выполнен расчет напряженно-деформированного состояния и определены геометрические и физические параметры резинометаллического шарнира прямоугольного и трапециевидного профиля. Резинометаллический шарнир запрессовывается в обойму опорного балансира на цапфе рамы гусеничного трактора. В расчете использовались закон Гука и нелинейные законы состояния: Линдли, Пенга-Ландела, обобщенный закон Гука для слабосжимаемых материалов. Построены графики мгновенных и установившихся нормальных и касательных напряжений в осевых сечениях шарнира – в месте вулканизации к ступице и в месте сопряжения шарнира с обоймой балансира, в начальный момент времени и при установившихся напряжениях релаксации. С течением времени происходит уменьшение радиальных и касательных напряжений и рост тангенциальных напряжений в осевых сечениях шарнира. Касательные напряжения, рассчитанные по закону Гука, Линдли и Пенга-Ландела, практически совпадают. Однако в месте сопряжения шарнира с обоймой балансира радиальные и тангенциальные напряжения, полученные с использованием нелинейных законов состояния, существенно отличаются от напряжений, вычисленных по закону Гука. Использование нелинейных законов состояния позволяет получить более правильную, реальную картину напряжений. Расхождение результатов расчета радиальных и касательных напряжений, полученных по различным нелинейным законам

состояния, незначительны (особенно в месте вулканизации к ступице) и не превышают 4,5 %. Построены графики изменения во времени радиальных, тангенциальных и касательных напряжений в осевых сечениях шарнира (в месте вулканизации к ступице и в месте сопряжения шарнира с обоймой балансира) по закону Пенга-Ландела для точек с максимальным значением напряжений. Сравнивая картины напряжения шарниров различных сечений, отмечаем, что в данных условиях работы шарнир трапецевидного сечения является более рациональным и надежным.

Vysotskaya N.D., Krasovskiy V.V.

RESEARCH OF STRESS WHEN PRESSING THE RUBBER-METAL JOINT OF THE BALANCER OF A CRAWLER TRACTOR

Using the NELVIS software package of the KODETOM computer complex, based on the finite element method, the stress-strain state was calculated and the geometric and physical parameters of the rubber-metal hinge of rectangular and trapezoidal profile were determined. The rubber-metal hinge is pressed into the cage of the support balancer on the trunnion of the tracked tractor frame. The calculation used Hooke's law and nonlinear laws of state: Lindley, Peng-Landel, generalized Hooke's law for weakly compressible materials. Graphs of instantaneous and steady-state normal and tangential stresses in the axial sections of the hinge - at the point of vulcanization to the hub and at the place where the hinge is mated with the balance bar yoke, at the initial moment of time and at steady-state relaxation stresses are plotted. Over time, there is a decrease in radial and tangential stresses and an increase in tangential stresses in the axial sections of the hinge. The tangential stresses calculated according to Hooke's, Lindley's and Peng-Landel's laws practically coincide. However, at the junction of the hinge with the balance bar cage, the radial and tangential stresses obtained using nonlinear laws of state differ significantly from the stresses calculated according to Hooke's law. The use of nonlinear laws of state allows you to get a more correct, real picture of stresses. The discrepancy between the results of calculating radial and tangential stresses obtained according to various nonlinear laws of state is insignificant (especially in the place of vulcanization to the hub) and does not exceed 4.5 %. Graphs of changes in time of radial, tangential and tangential stresses in the axial sections of the hinge (at the place of vulcanization to the hub and at the place where the hinge is mated with the balance bar yoke) are plotted according to the Peng-Landel law for points with the maximum stress value. Comparing the stress patterns of hinges of different sections, we note that under these operating conditions, the trapezoidal joint is more rational and reliable.

УДК 631.31

Белов А.В.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ С РЫЧАЖНЫМИ ВИБРОУДАРНЫМИ МЕХАНИЗМАМИ

Обеспечение роста технического ресурса сельскохозяйственных агрегатов и снижения затрат на горюче-смазочные материалы предлагает достичь благодаря снижению тягового сопротивления путем применения экспериментальных рабочих органов оснащенных рычажными виброударными механизмами позволяющих использовать автоколебательный процесс в качестве интенсификатора объема воздействия на обрабатываемый пласт почвы рабочим органом культиватора. Исследования проведенные в лабораторных и полевых условиях подтверждают снижения тягового сопротивления экспериментальных рычажных виброударных рабочих органов в сравнении с серийными рабочими органами КПЭ-3,8. Наблюдалось снижение тягового

сопротивления в пределах 17-19%, рост качества крошения почвы в 1,2-1,3 раза, а применение экспериментальных рычажных виброударных рабочих органов позволит достичь экономии эксплуатационных средств в размере 82915 рублей за календарный год.

Belov A.V.

THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES AND THE EFFECTIVENESS OF TILLAGE WORKING BODIES WITH LEVER VIBRATION SHOCK MECHANISMS

Ensuring the growth of the technical resource of agricultural aggregates and reducing the cost of fuel and lubricants is proposed to be achieved by reducing traction resistance through the use of experimental working bodies equipped with lever vibration shock mechanisms that allow using the self-oscillating process as an intensifier of the volume of impact on the treated soil layer by the cultivator's working body. Studies conducted in laboratory and field conditions confirm a decrease in the traction resistance of experimental lever vibration-shock working bodies in comparison with serial working bodies KPI-3.8. There was a decrease in traction resistance in the range of 17-19%, an increase in the quality of soil crumbling by 1.2-1.3 times, and the use of experimental lever vibration-shock working bodies will allow to achieve operational savings in the amount of 82915 rubles per calendar year.

ВЕТЕРИНАРИЯ

УДК [591.465.3:636.59]

Саенко Н.В., Саенко Ю.С.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ПОЛОВОГО АППАРАТА САМОК ПЕРЕПЕЛОВ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОБИОТИКА «СПОРОВИТ»

Исследовали влияние пробиотика «Споровит» и янтарной кислоты на морфогенез полового аппарата перепелов. Объектом исследований были перепела техасской породы, возрастом от 5 до 55 суток, которых разделили на три группы в зависимости от вводимых в рацион пробиотика «Споровит» и сочетания пробиотика и янтарной кислоты. Использовали комплекс морфологических методик. Установили, что применение пробиотика в комплексе с янтарной кислотой перепелам техасской породы в возрасте 5-45 суток вызвало интенсивный рост и развитие их яичников. Применение пробиотического препарата «Споровит» в комплексе с янтарной кислотой перепелам техасской породы в возрасте 5-45 суток в опытной группе №2 оказало существенный результат в развитии полового аппарата, где морфометрические параметры органов размножения в три раза больше, чем в контрольной группе. Применение пробиотического препарата «Споровит» без добавления янтарной кислоты перепелам техасской породы в возрасте 5-45 суток в опытной группе №1 оказало менее существенные результаты, а морфометрические параметры органов размножения являются в два раза меньшими, чем в опытной группе №2. У перепелов в возрасте 45-55 суток картина воздействия пробиотического препарата «Споровит» и янтарной кислоты является прямо противоположной, интенсивность роста органов значительно снижается при применении пробиотического препарата «Споровит» в опытной группе №1 и менее значительно, при применении пробиотического препарата «Споровит» в комплексе с янтарной кислотой в опытной группе № 2.

Saenko N.V., Saenko Yu.S.

FEATURES OF THE MORPHOLOGY OF THE SEXUAL APPARATUS OF FEMALE QUAILS WHEN USING THE PROBIOTIC "SPOROVIT"

The influence of the probiotic "Sporovit" and succinic acid on the morphogenesis of the quail

reproductive apparatus was investigated. The object of the research were quail of the Texas breed, aged from 5 to 55 days, which were divided into three groups depending on the probiotic "Sporovit" and the combination of probiotic and succinic acid introduced into the diet. A complex of morphological methods was used. It was found that the use of a probiotic in combination with succinic acid in quails of the Texas breed at the age of 5-45 days caused an intensive growth and development of their ovaries. The use of the probiotic preparation "Sporovit" in combination with succinic acid to quails of the Texas breed at the age of 5-45 days in the experimental group No. 2 had a significant result in the development of the reproductive apparatus, where the morphometric parameters of the reproductive organs are three times higher than in the control group. The use of the probiotic preparation "Sporovit" without the addition of succinic acid to quails of the Texas breed at the age of 5-45 days in the experimental group No. 1 had less significant results, and the morphometric parameters of the reproductive organs are two times less than in the experimental group No. 2. In quails aged 45-55 days, the picture of the effect of the probiotic drug "Sporovit" and succinic acid is exactly the opposite, the intensity of organ growth is significantly reduced when using the probiotic drug "Sporovit" in the experimental group No. 1 and less significantly, when using the probiotic drug "Sporovit" in combination with succinic acid in experimental group No. 2.

УДК [639.122;616.36]

Лемещенко В.В., Головченко В.В.

ДИНАМИКА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЕЧЕНИ ПЕРЕПЕЛОВ В ВОЗРАСТНОМ АСПЕКТЕ

В статье отражены полученные результаты изучаемой динамики морфометрических изменений кишечника. Для проведения исследования были взяты перепела Техасской породы от суточного возраста до 50-суточного. Был использован комплекс морфологических методик для достижения результата. Проанализировав динамику роста печени, видно, что длина печени варьируется в размере от 0,9 до 5,0 см, а толщина от 0,1 до 1,2 см максимум которых приходится на 40-суточный возраст перепелов, после чего остается на том же уровне, анализ ширины печени показал, что ее пределы от 0,5 до 2,8 см, максимальный рост которой зафиксирован в 50-суточном возрасте. Масса печени составила от 0,31 до 12,0 г, которая достигла максимума на 50 сутки. При анализе средней арифметической, пришли к выводу, что рост длины, ширины и толщины правой и левой долей печени в постнатальном период онтогенеза происходил неравномерно, в результате чего правая доля печени перепелов по длине, ширине и толщине превосходила левую долю печени в постнатальном онтогенезе. При изучении сравнительного анализа показателей печени между возрастными группами видно, что длина правой и левой долей печени с первых суток жизни по 10-суточный возраст увеличилась на 77 % и 33 %, на 30 сутки увеличилась на 48 % и 73 %, к 40 суткам на 21 % и на 20 %, а к 50-суточному возрасту показатели снизились на 21 % и 67 %. Ширина правой и левой долей печени к 10-суточному возрасту увеличилась на 16 % и уменьшилась 24 %, к 30 суткам жизни – 74 % и 73 %, на 40 сутки – на 16 % и к 50-суточному возрасту уменьшилась на 34 % и 11 %. Показатели толщины правой доли не изменилась, а левой доли печени в первые 10 дней жизни увеличились на 40%, на 30 сутки увеличилась на 57 % и 63 %, к 40 суткам на 12 % и 25 %, а к 50-суточному возрасту уменьшились на 40 % и 28 %.

Lemeshchenko V.V., Golovchenko V.V.

DYNAMICS OF MORPHOMETRIC INDICATORS OF QUAIL LIVER IN THE AGE ASPECT

The article reflects the results of the studied dynamics of morphometric changes in the intestine. For the study, the Texas quail breed was taken from the day-old age to the 50-day-old age. A set of

morphological techniques was used to achieve the result. Analyzing the dynamics of liver growth, it can be seen that the length of the liver varies in size from 0.9 to 5.0 cm, and the thickness from 0.1 to 1.2 cm, the maximum of which falls on the 40-day age of quails, after which it remains at the same level, the analysis of the width of the liver showed that its limits are from 0.5 to 2.8 cm, the maximum growth of which is recorded in the 50-day age. The liver mass was from 0.31 to 12.0 g, which reached a maximum on the 50th day. When analyzing the arithmetic mean, we came to the conclusion that the growth of the length, width and thickness of the right and left lobes of the liver in the postnatal period of ontogenesis occurred unevenly, as a result of which the right lobe of the quail liver in length, width and thickness exceeded the left lobe of the liver in postnatal ontogenesis. When studying the comparative analysis of liver parameters between ages, it is seen that the length of the right and left lobes of the liver from the first day of life to the 10th day of age increased by 77 % and 33 %, on the 30th day increased by 48 % and 73 %, by the 40th day by 21 % and 20%, and by the 50th day of age, the indicators decreased by 21 % and 67 %. The width of the right and left lobes of the liver by 10 days of age increased by 16 % and decreased by 24 %, by the 30th day of life-74 % and 73 %, on the 40th day – by 16 % and by the 50th day of age decreased by 34 % and 11 %. Indicators of the thickness of the right lobe did not change, and the left lobe of the liver in the first 10 days of life increased by 40 %, on the 30th day increased by 57 % and 63 %, by the 40th day by 12 % and 25 %, and by the 50th day of age decreased by 40 % and 28 %.

УДК 619 [639.122; 161.34]

Лемещенко В.В., Неделюк Т.С.

ДИНАМИКА МОРФОМЕТРИИ КИШЕЧНИКА ПЕРЕПЕЛОВ В ПОСТНАТАЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ

В статье представлены результаты изучения динамики морфометрических изменений кишечника перепелов в возрастном аспекте. Для исследования были отобраны перепела с суточного по 50-ти суточный возраста породы Техасская 1-, 10-, 30-, 40-, 50-суточного возраста, использовали комплекс морфологических методик. В ходе исследования было установлено, что размер тонкого кишечника за весь период исследования составил от 10,3 до 65,7 см, максимальный рост тонкого кишечника был зафиксирован в 30-суточном возрасте, а размер двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок увеличивался до 30-суточного возраста, а затем не изменялся, у толстого отдела кишечника отмечался в 50-суточном возрасте, у слепой кишки в – 30-суточном возрасте, у прямой – в 40. Масса кишечника составила от 0,45 до 20,19 г, максимальное его значение приходится на 50-суточный возраст перепелов. При анализе средней арифметической, пришли к выводу, что рост кишечника достигает максимума на 30 сутки, после чего идет снижение показателей. Проведя сравнительный анализ показателей кишечника между возрастными в процентном соотношении видно, что двенадцатиперстная кишка с суточного по 10-суточный возраст увеличилась на 62 %, к 30 суткам жизни – на 46 %, к 40 суткам размер увеличился на 22 %, а к 50-суточному возрасту – на 6 %. Тощая кишка с суточного возраста увеличилась на 76 %, к 30-суточному – на 22 %, к 40-суточному возрасту – на 4 %, на 50 сутки на 10 %. Подвздошная кишка увеличилась на 60 % на 10 сутки жизни, на 49 % – в 30-суточном возрасте, к 40 суткам показатели подвздошной кишки уменьшились на 10 % и на 6 % в 50-суточном возрасте. Слепая правая и левая кишки к 10-суточному возрасту увеличились на 60 % и 65 %, к 30 суткам – на 50 % и 53 %, к 40 суткам жизни параметры снизились на 7 % и 9 %, а к 50-суточному возрасту снизились на 15 % и 27 %. Прямая кишка была увеличена на 53 % к 10-суточному возрасту, на 33 % – к 30-суточному, на 2 % – в 40-суточном возрасте и на 8 % – к 50-суточному возрасту.

Lemeshchenko V.V., Nedelyuk T.S.

DYNAMICS OF QUAIL INTESTINAL MORPHOMETRY IN POSTNATAL ONTOGENESIS

The article presents the results of studying the dynamics of morphometric changes in the quail intestine in the age aspect. For the study, quails from the daily to 50-day age of the Texas breed were selected 1-, 10-, 30-, 40-, 50-a set of morphological methods was used for the treatment of children of diurnal age. During the study, it was found that the size of the small intestine for the entire period of the study was from 10.3 to 65.7 cm, the maximum growth of the small intestine was recorded at 30 days of age, and the size of the duodenum, jejunum and ileum increased to 30 days of age, and then did not change, in the large intestine was noted at 50 days of age, in the caecum at 30 days of age, in the rectum at 40 days. The weight of the intestine was from 0.45 to 20.19 g, its maximum value falls on the 50-day age of quails. When analyzing the arithmetic mean, we came to the conclusion that the growth of the intestine reaches a maximum on the 30th day, after which there is a decrease in indicators. A comparative analysis of the intestinal parameters between the ages in the percentage ratio shows that the duodenum from the daily to the 10-day age increased by 62 %, by the 30th day of life by 46 %, by the 40th day of life the size increased by 22 %, and by the 50-day age by 6 %. The jejunum increased by 76 % from the daily age, by 22 % by the 30-day age, by 4 % by the 40 - day age, and by 10 % by the 50-day age. The ileum increased by 60 % on the 10th day of life, by 49 % at the age of 30 days, by the 40th day, the indicators of the ileum decreased by 10 % and by 6 % at the age of 50 days. The blind right and left intestines by 10 days of age increased by 60 % and 65 %, by 30 days of age by 50 % and 53 %, by 40 days of life parameters decreased by 7 % and 9 %, and by 50 days of age decreased by 15 % and 27 %. The rectum was enlarged by 53 % at 10 days of age, by 33 % at 30 days of age, by 2 % at 40 days of age, and by 8 % at 50 days of age.

УДК 619:616.98:579.834.115

Полищук С.В, Быченко Д.Д.

ЛАНДШАФТНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ И ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ОЧАГОВ ЛЕПТОСПИРОЗА В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ НА ПРИМЕРЕ ДЖАНКОЙСКОГО РАЙОНА И ПРИСИВАШЬЯ

Проведено эпизоотологическое обследование условий для формирования и функционирования инфекционной паразитарной системы лептоспироза на территории Республики Крым, а именно на примере Джанкойского района и Присивашья. Для оценки функционирования инфекционной паразитарной системы лептоспирозной инфекции, определения её эпизоотического проявления и природно-климатических особенностей, использовали такие методы, как сравнительно-географический, определение биотопа ММ и проведение ландшафтного районирования территории, статистическая обработка данных и построение картографической модели потенциальных природных очагов заболевания. Результатом стало выявление активных потенциальных природных очагов лептоспирозной инфекции, а также установлены виды синантропных мышевидных грызунов (мелких млекопитающих), которые являются резервуаром данного заболевания. Итогом постановки РМА с сывороткой крови пойманных мышей было выделение нескольких штаммов лептоспир, среди которых самыми распространенными стали *L. Grippotyphosa*, *L. Icterohaemorrhagiae* и *L. Hebdomadis*. По полученным данным была создана общая картографическая схема, указывающая на потенциальные природные очаги лептоспироза, являющиеся опасными для сельскохозяйственных и плотоядных животных, а также человека.

Polishchuk S.V., Bychenko D.D.

**LANDSCAPE-GEOGRAPHICAL AND CLIMATIC CONDITIONS FOR THE FORMATION OF
NATURAL FOCI OF LEPTOSPIROSIS IN THE REPUBLIC OF CRIMEA ON THE EXAMPLE OF
DZHANKOY DISTRICT AND PRISIVASHYE**

An epizootological examination of the conditions for the formation and functioning of the infectious parasitic system of leptospirosis on the territory of the Republic of Crimea, namely on the example of the Dzhankoy district and Prisivashye, was carried out. To assess the functioning of the infectious parasitic system of leptospirosis infection, to determine its epizootic manifestation and climatic features, we used such methods as comparative geographical, determination of the MM biotope and landscape zoning of the territory, statistical data processing and construction of a cartographic model of potential natural foci of the disease. The result was the identification of active potential natural foci of leptospirosis infection, as well as the types of synanthropic mouse-like rodents (small mammals) that are the reservoir of this disease. The result of the formulation of PMA with the blood serum of captured mice was the isolation of several strains of leptospira, among which *L. Grippotyphosa*, *L. Icterohaemorrhagiae* and *L. Hebdomadis* became the most common. According to the data obtained, a general cartographic scheme was created indicating potential natural foci of leptospirosis, which are dangerous for agricultural and carnivorous animals, as well as humans.

Ответственный секретарь – Е.В. Горбунова
Техническое редактирование и верстка – О.Е. Николашина
Перевод – О.А. Клиценко

Подписано в печать 28.12.2021. 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: Институт «Агротехнологическая академия»
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**