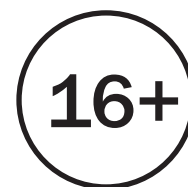


ISSN 2587-8824



АПК России

Научный журнал

Основан в 1993 году

Том 26
№ 1

Челябинск
2019



ISSN 2587-8824



Agro-Industrial Complex of Russia

Scientific Journal

Published since 1993

Volume 26
Issue 1

Chelyabinsk
2019



АПК России

Agro-Industrial Complex of Russia

Журнал включен в международную БД AGRIS

Журнал включен в перечень ВАК
рецензируемых научных изданий
(распоряжение Министерства науки
и высшего образования Российской Федерации
от 12 февраля 2019 г. № 21-р)

Журнал включен в систему Российского индекса
научного цитирования (РИНЦ): <http://www.elibrary.ru>

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ
№ ФС 77-65320 от 12.04.2016
(РОСКОНАДЗОР, г. Москва)

The log is included in the international AGRIS database

The log is included in the list of the Highest certifying
commission of the reviewed scientific publications
(order of the Ministry of science and the higher education
of the Russian Federation
of February 12, 2019 No. 21-r)

The journal is included in the Russian Science
Citation Index: <http://www.elibrary.ru>

Certificate of registration SMI PI
№ FS 77-65320 of 12.04.2016
(ROSKOMNADZOR, city of Moscow)

Главный редактор

доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
ректор Южно-Уральского государственного
аграрного университета

Литовченко Виктор Григорьевич

Editor-in-Chief

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor,
Rector of South-Ural State
Agrarian University

Litovchenko Victor Grigoryevich

Заместитель главного редактора

доктор биологических наук, доцент,
Мифтахутдинов Алевтин Викторович

Deputy Editor-in-Chief

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor
Miftakhutdinov Alevtin Viktorovich

Редакционная коллегия

Фисинин В. И., д-р с.-х. наук, проф., академик РАН

Менков Н. Д., д-р техн. наук

Алымбеков К. А., д-р техн. наук

Басарыгина Е. М., д-р техн. наук, проф.

Безин А. Н., д-р ветеринар. наук, проф.

Белов В. В., д-р техн. наук, проф., член-корр. РАЕ

Editorial board

Fisinin V. I., Dr. Sci. (Agricultural), Professor, Academician
of Russian Academy of Sciences

Menkov N. D., Dr. Sci. (Technical)

Alymbekov K. A., Dr. Sci. (Technical)

Basarygina E. M., Dr. Sci. (Technical), Professor

Bezin A. N., Dr. Sci. (Veterinary), Professor

Belov V. V., Dr. Sci. (Technical), Professor,
Corresponding Member of the Russian Academy
of Natural History

Butorin V. A., Dr. Sci. (Technical), Professor

Vasilyev A. A., Dr. Sci. (Agricultural)

Derkho M. A., Dr. Sci. (Biological), Professor

Gorshkov Yu. G., Dr. Sci. (Technical), Professor

Gritsenko A. V., Dr. Sci. (Technical)

Zezin N. N., Dr. Sci. (Agricultural)

Kosilov V. I., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Kruglov G. A., Dr. Sci. (Technical), Senior researcher

Linenko A. V., Dr. Sci. (Technical), Professor

Lykasova I. A., Dr. Sci. (Veterinary), Professor

Mударисов С. Г., д-р техн. наук, проф.

Ovchinnikov A. A., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Panfilov A. E., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Poznyakovskiy V. M., Dr. Sci. (Biological), Professor

Sinyavskiy I. V., Dr. Sci. (Biological)

Tikhonov S. L., Dr. Sci. (Technical), Professor

Toropova E. Y., Dr. Sci. (Biological), Professor

Toshev A. D., Dr. Sci. (Technical), Professor

Trojanowskaja I. P., Dr. Sci. (Technical), Senior researcher

Tulebaev S. D., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Fominykh A. V., Dr. Sci. (Technical), Professor

Tcharykov V. I., Dr. Sci. (Technical), Professor

Shepelev S. D., Dr. Sci. (Technical)

Yudin M. F., Dr. Sci. (Agricultural), Professor

Буторин В. А., д-р техн. наук, проф.

Васильев А. А., д-р с.-х. наук

Дерхо М. А., д-р биол. наук, проф.

Горшков Ю. Г., д-р техн. наук, проф.

Гриценко А. В., д-р техн. наук

Зезин Н. Н., д-р с.-х. наук

Косилов В. И., д-р с.-х. наук, проф.

Круглов Г. А., д-р техн. наук, ст. научн. сотрудник

Линенко А. В., д-р техн. наук, проф.

Лыкасова И. А., д-р ветеринар. наук, проф.

Мударисов С. Г., д-р техн. наук, проф.

Овчинников А. А., д-р с.-х. наук, проф.

Панфилов А. Э., д-р с.-х. наук, проф.

Позняковский В. М., д-р биол. наук, проф.

Синявский И. В., д-р биол. наук

Тихонов С. Л., д-р техн. наук, проф.

Торопова Е. Ю., д-р биол. наук, проф.

Тошев А. Д., д-р техн. наук, проф.

Трояновская И. П., д-р техн. наук, ст. научн. сотрудник

Тюлебаев С. Д., д-р с.-х. наук, проф.

Фоминых А. В., д-р техн. наук, проф.

Чарыков В. И., д-р техн. наук, проф.

Шепелёв С. Д., д-р техн. наук

Юдин М. Ф., д-р с.-х. наук, проф.

Учредитель:

ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный аграрный университет».
South-Ural State Agrarian University.

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENT

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

AGRONOMICAL SCIENCES

Васильев А. А., Горбунов А. К. Зависимость урожайности и качества клубней картофеля от срока посадки и глубины заделки семенного материала.....7	
Гусейнова А. С. Ампелографические и фенотипические основы улучшения некоторых кишмишных сортов винограда.....13	
Доронина О. М. Система защиты подсолнечника в лесостепной зоне Челябинской области...21	
Салимов В. С., Гусейнов М. А., Насибов Х. Н., Асадуллаев Р. А. Структура гибридных популяций и ампелодескрипторные признаки ценных гибридных сортов.....26	
Тертышная Ю. В., Левина Н. С., Измайлов А. Ю. Эффект воздействия лазерного излучения на посевные качества и урожайность тритикале (Triticosecale Wittmack).....35	

Vasiliev A. A., Gorbunov A. K. Dependence of yield and quality of potato tubers on the time and the depth of seed material planting.....7	
Guseinova A. S. Ampelographic and phenotypic ways for improving some seedless grape varieties...13	
Doronina O. M. Sunflower protection system in the forest-steppe zone of Chelyabinsk region.....21	
Salimov V. S., Guseinov M. A., Nasibov H. N., Asadullaev R. A. The structure of hybrid populations and ampelodescriptor signs of valuable hybrid varieties.....26	
Tertyshnaya Yu. V., Levina N. S., Izmailov A. Yu. Laser radiation effect on sowing qualities and yield of triticale (Triticosecale Wittmack)...35	

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

TECHNICAL SCIENCE

Васильев А. А., Гордеев О. В., Латыпов Р. Р. Влияние приемов агротехники картофеля на формирование урожая и пригодность клубней к переработке.....43	
Власов Д. Б., Машрабов Н., Плаксин А. М., Бакайкин Д. Д., Гриценко А. В. Технологии диагностирования электрических бензиновых насосов.....51	
Гутров М. А. Классификация стебля злаковой колосовой культуры как объекта механики твердого деформируемого тела.....56	
Гутров М. А. Расчет ускорений колоса при взаимодействии растения с мотовилом...64	
Гутров М. А., Ролдугин С. Н. Экспериментальное определение перемещений стебля сельскохозяйственной культуры под действием одной силы.....70	
Ерофеев В. В., Шарафиев Р. Г., Попов В. В., Ерофеев С. В., Макаров Л. В. Определение оптимальных режимов плазменной порошковой однопроходной наплавки рабочих поверхностей запорной трубопроводной арматуры.....75	

Vasiliev A. A., Gordeev O. V., Latypov R. R. The effect of potato farming techniques on yield formation and suitability of tubers for processing.....43	
Vlasov D. B., Mashrabov N., Plaksin A. M., Bakaykin D. D., Gritsenko A. V. Diagnostic technologies for electric gasoline pumps.....51	
Gutrov M. A. Classification of the cereal crop stem as an object of mechanics of a rigid deformable body.....56	
Gutrov M. A. Calculation of ear accelerations when interacting with a reel.....64	
Gutrov M. A., Roldugin S. N. Experimental determination of the crop stem movements due to the action of a single force...70	
Erofeev V. V., Sharafiev R. G., Popov V. V., Erofeev S. V., Makarov L. V. Determination of the optimal modes of plasma powder one-pass surfacing of the working surfaces of stop valves.....75	

Запевалов М. В., Качурин В. В. Повышение экологической безопасности в птицеводстве.....	82	Zapevalov M. V., Kachurin V. V. Improving environmental safety in the poultry industry.....	82
Захакхатов В. Г., Кашин П. В., Дыленя В. К. Системы стабилизации скорости теплоносителя при конвективной сушке зерна в экспериментальной установке.....	88	Zakhakhatnov V. G., Kashin P. V., Dylena V. K. Systems for stabilizing the coolant speed during convective drying of grain in an experimental installation.....	88
Сергеев Н. С., Судаков К. В., Вагнер М. Н., Дружков П. Д., Смирнов Д. А., Константинов Р. В. Результаты экспериментальных исследований центробежно-роторного измельчителя фуражного зерна и семян масличных культур ИЛС-0,3.....	91	Sergeev N. S., Sudakov K. V., Wagner M. N., Druzhkov P. D., Smirnov D. A., Konstantinov R. V. The results of experimental studies of a centrifugal rotary chopper for fodder grain and oilseeds ILS-0.3.....	91
Старунов А. В., Агеева А. Е., Старунова В. А. Исследование технической оснащенности Челябинской области сельскохозяйственной техникой.....	98	Starunov A. V., Ageeva A. E., Starunova V. A. Study of technical equipment of the Chelyabinsk region with agricultural equipment.....	98

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

Шудрик А. В., Киселев И. Г., Безин А. Н. Влияние стромально-васкулярной фракции жировой ткани на репаративный остеогенез у животных.....	105
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

VETERINARY SCIENCES

Shudrik A. V., Kiselev I. G., Bezin A. N. Effect of stromal vascular fraction of adipose tissue on reparative osteogenesis in animals...	105
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

УДК 635.21:631.559:631.5

ЗАВИСИМОСТЬ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА КЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ ОТ СРОКА ПОСАДКИ И ГЛУБИНЫ ЗАДЕЛКИ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА

А. А. Васильев, А. К. Горбунов

В лесостепи Челябинской области урожайность картофеля в 2014–2017 гг. варьировала в зависимости от уровня минерального питания (вклад фактора – 59%), сорта (10,5%), густоты (20%) и срока посадки (7,5%); глубина заделки семенного материала оказывала достоверное, но существенно меньшее влияние (0,5%). Оптимальным сроком посадки продовольственного картофеля, обеспечивающим наибольший урожай и качество продукции, является 12–15 мая. Посадка картофеля в третьей декаде мая вызывает снижение содержания в клубнях сухого вещества (Розара – на 1,8%, Кузовок – на 1,3%) и крахмала (на 1,6 и 1,3%), увеличивает накопление нитратов в 1,26–1,52 раза по сравнению с посадкой во второй декаде мая. Поздний срок посадки снижал урожайность сорта Розара в среднем на 3,5 т/га, Кузовок – на 5,2 т/га, содержание сухого вещества в клубнях соответственно на 2,7 и 2,9%, крахмалистость – на 1,9 и 2,1%, тогда как накопление нитратов увеличивалось в 2,05 и 2,19 раза по сравнению с оптимальным сроком посадки. При ранней посадке картофеля достоверные прибавки урожая обеспечивает мелкая заделка семенных клубней (Розара – 1,3 т/га, Кузовок – 1,4 т/га), а при поздней – заделка на глубину 10–12 см (Розара – 1,4 т/га, Кузовок – 1,9 т/га).

Ключевые слова: картофель, срок посадки, глубина посадки, уровень питания, густота посадки, урожайность, крахмал, нитраты.

Агроклиматические ресурсы Челябинской области при трехпроцентном коэффициенте усвоения фотосинтетически активной радиации позволяют получать урожайность клубней картофеля (*Solanum tuberosum* L.) до 44 т/га. В то же время урожайность картофеля в сельхозпредприятиях Челябинской области остается низкой и не превышает 15 т/га [1]. В основе стабильного картофелеводства лежит использование адаптивных сортов, высококачественного семенного материала и совершенствование технологии возделывания картофеля [2]. Среди приемов агротехники, оказывающих непосредственное влияние на прорастание клубней и

последующие процессы роста и развития растений картофеля, следует выделить срок посадки и глубину заделки семенного материала [3]. Многие ученые отмечают преимущество проведения посадки картофеля в агротехнически ранние сроки. Это обеспечивает лучшее усвоение ФАР, питательных элементов почвы и удобрений, а как следствие повышает урожайность картофеля [4]. Глубина заделки семенных клубней в значительной степени связана с климатическими особенностями региона. Так, в Сибири и на Дальнем Востоке преимущество обеспечивает мелкая посадка картофеля (на глубину 6–8 и даже 4–5 см). Тогда как в засушливых

районах, например, в Среднем Поволжье, лучшие результаты обеспечивает глубокая заделка семенного материала (от 8–10 до 12–14 см). В регионах достаточного, но неравномерного увлажнения данные опытов по глубине посадки картофеля противоречивы, что обусловлено широкой вариацией метеорологических и фитосанитарных условий в период вегетации [5].

К сожалению, изучение влияния различных сроков и глубины посадки картофеля очень редко проводится в одном эксперименте. Лишь в работе Г. С. Жуковой и Б. А. Писарева 1964 г. упоминается о наличии тесной связи между глубиной и сроком посадки картофеля. Для получения ранней продукции в районах с умеренным и прохладным климатом авторы рекомендуют проводить раннюю посадку с мелкой заделкой клубней, тогда как в районах с сухим и жарким климатом при поздней посадке необходима глубокая заделка семенного материала [6].

Целью наших исследований являлось изучение влияния срока и глубины посадки на урожайность и качество клубней картофеля в условиях лесостепной зоны Челябинской области.

Методика исследований

Исследования проведены в 2014–2017 гг. на опытном поле Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства – филиала ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Почва опытного участка – среднесуглинистый среднемощный выщелоченный чернозем. Содержание гумуса (по Тюрину) 6,1–6,3%, подвижных фосфатов (по Чирикову) 5,7–15,6 мг, обменного калия (по Чирикову) 20,1–30,3 мг, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) 5,7–9,4 мг/100 г почвы, $pH_{KCl} = 5,12–5,76$.

Схема опыта

Фактор А – срок посадки: 1. Первый – ранний (5 мая 2014 и 2017 гг.); 2. Второй (12–15 мая); 3. Третий (25–29 мая); 4. Четвертый – поздний (5–12 июня).

Фактор В – глубина посадки: 1. Мелкая (5–6 см); 2. Глубокая (10–12 см).

Фактор С – сорт: 1. Розара (ранний); 2. Кузовок (среднеспелый).

Фактор D – густота (схема) посадки: 1. 49 тыс. клубней на 1 га (75×27 см); 2. 70 тыс./га (75×19 см).

Фактор E – уровень питания: 1. Без удобрений (контроль); 2. Удобрения в расчете на

урожаем 25 т/га; 3. Удобрения в расчете на урожаем 40 т/га.

Минеральные удобрения (нитроаммофоска 16:16:16, аммиачная селитра, двойной суперфосфат и сульфат калия) вносили весной под предпосадочную обработку почвы. Нормы удобрений устанавливали расчетно-балансовым методом, в среднем за три года они составили: под урожай 25 т/га – $N_{71}P_{84}K_{68}$, под урожай 40 т/га – $N_{171}P_{228}K_{259}$.

Предшественник – чистый пар. Агротехника картофеля – общепринятая для зоны. Для посадки использовали клубни массой 50–70 г.

Площадь опытной делянки 27 м² (9×3 м), повторность опыта четырехкратная. Размещение делянок в повторениях рендомизированное. Обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [7].

Метеорологические условия в годы исследований были различными. По показателям ГТК (по Селянинову) период вегетации (июнь–август) 2014 г. был влажным (ГТК = 1,60), а 2015 и 2016 гг. – недостаточно влажным (1,17 и 1,02 соответственно), 2017 г. – достаточно влажным (1,50).

Результаты и их обсуждение

По данным Института экспериментальной метеорологии, изолиния оптимального срока посадки картофеля в первой декаде мая проходит южнее Уфы, через Челябинск и Курган [8]. Ряд авторов считают, что в лесостепи Челябинской области «к посадке картофеля следует приступать, когда почва на глубине 10 см прогреется до 7–8 °С, обычно это случается в конце первой декады мая» [9]. Эти утверждения не подтвердились в нашем опыте. Дважды за период исследований, в 2015 и 2016 гг. почва в первой декаде мая не достигала физической спелости, что не позволило изучить вариант ранней посадки. В 2015 г. первым сроком посадки картофеля было 15 мая, а в 2016 г. – 12 мая.

Дисперсионный анализ многофакторного опыта показал, что урожайность картофеля в условиях лесостепной зоны Челябинской области главным образом зависит от уровня минерального питания (вклад фактора – 59%), густоты посадки (20%), генотипа (10,5%) и срока посадки (7,5%), в меньшей степени – от глубины посадки (0,5%).

Увеличение густоты посадки с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га вызывало закономерный рост урожайности картофеля: сорта Розара в среднем – на 4,0 т/га, Кузовок – на 5,2 т/га. Исполь-



зование минеральных удобрений в расчете на урожай 25 т/га (NPK-1) способствовало увеличению урожайности картофеля сорта Розара в среднем на 6,3 т/га при разреженной и на 7,9 т/га при загущенной схеме посадки, а сорта Кузовок соответственно на 7,3 и 8,7 т/га. Доза удобрений в расчете на урожай 40 т/га (NPK-2) обеспечивала прибавку урожая сорта Розара соответственно 12,2 и 13,3 т/га, а сорта Кузовок – 14,2 и 15,2 т/га по отношению к уровню контрольного варианта.

Планируемый урожай 25 т/га формировался во всех вариантах опыта. Тогда как урожайность 40 т/га сортом Розара достигалась только в вариантах загущенной посадки 12–15 и 25–29 мая в сочетании с глубокой заделкой семенного материала. У сорта Кузовок этот уровень продуктивности получен во всех вариантах загущенной посадки во второй и третьей декаде мая, при глубокой загущенной посадке в начале июня, а также при разреженной посадке 12–15 мая на глубину 5–6 см и 25–29 мая – на глубину 10–12 см.

Заметное влияние на урожайность картофеля оказывали сроки посадки. Наибольшая продуктивность сорта Розара отмечалась при посадке во второй декаде мая (в среднем 30,8 т/га), тогда как у сорта Кузовок разница по урожайности между вариантами посадки картофеля 12–15 мая (34,3 т/га) и 25–29 мая (34,8 т/га) была недостоверной (табл. 1).

Поздняя посадка картофеля существенно снижала величину урожая: у сорта Розара – в среднем на 3,5 т/га, Кузовок – на 5,2 т/га по сравнению с посадкой 12–15 мая.

Мелкая заделка семенного материала раннего сорта Розара вызывала достоверное повышение урожайности картофеля в варианте посадки во второй декаде мая (на 0,8 т/га). Тогда как при более поздних сроках посадки преимущество обеспечивала заделка клубней на глубину 10–12 см (25–29 мая – на 0,8 т/га, 5–12 июня – на 1,4 т/га). У среднеспелого сорта картофеля Кузовок глубокая заделка семенного материала в конце мая повышала урожайность в среднем на 1,2 т/га, а в начале июня – на 1,9 т/га.

Таблица 1 – Урожайность картофеля в зависимости от сорта и приемов агротехники картофеля, т/га (в среднем за 2014–2017 гг.)

Сорт (С)	Срок посадки (А)	Глубина посадки (В)	Схема посадки (D)						Среднее по фактору	
			75×27 см			75×19 см				
			Уровень питания (Е)						В	А
Контроль	NPK-1	NPK-2	Контроль	NPK-1	NPK-2					
РОЗАРА	12–15 мая	5–6 см	24,3	29,5	36,3	23,5	33,5	40,2	31,2	30,8
		10–12 см	21,5	29,3	35,4	24,3	33,2	38,7	30,4	
	25–29 мая	5–6 см	21,2	27,4	34,4	25,2	32,1	37,6	29,7	30,1
		10–12 см	22,3	29,0	34,8	24,7	31,7	40,7	30,5	
	5–12 июня	5–6 см	19,4	24,4	28,6	22,5	30,3	34,8	26,6	27,3
		10–12 см	18,6	25,5	30,9	24,3	31,0	37,5	28,0	
Среднее по фактору D		Е	21,2	27,5	33,4	24,1	32,0	38,3		
			27,4			31,4				
КУЗОВОК	12–15 мая	5–6 см	24,2	33,5	39,7	28,8	38,1	42,8	34,5	34,3
		10–12 см	25,2	30,9	37,8	28,8	38,4	43,8	34,2	
	25–29 мая	5–6 см	24,2	32,2	36,3	28,9	37,5	45,9	34,2	34,8
		10–12 см	24,7	33,1	41,4	27,4	38,5	47,1	35,4	
	5–12 июня	5–6 см	19,7	26,7	31,2	24,5	31,0	36,6	28,2	29,1
		10–12 см	21,7	27,2	32,8	26,0	33,2	39,2	30,1	
Среднее по фактору D		Е	23,3	30,6	36,5	27,4	36,1	42,6		
			30,1			35,3				
HCP ₀₅ = 3,9; HCP ₀₅ (А) = 0,8; HCP ₀₅ (В, С, D) = 0,6; HCP ₀₅ (Е) = 0,7										

Влияние глубины заделки семенного материала на продуктивность картофеля зависело от сроков проведения посадки, сорта и погодных условий вегетационного периода. В условиях недостаточного увлажнения 2015 г. глубокая посадка увеличивала урожайность картофеля сорта Розара на 2,4 т/га, Кузовок – на 2,7 т/га по сравнению с заделкой на 5–6 см, тогда как в условиях жаркого 2016 г. продуктивность картофеля при этом снижалась соответственно на 1,4 и 1,0 т/га.

Ранняя посадка (5 мая) в 2014-м и 2017 гг. не приводила к повышению урожайности картофеля. Этот показатель у сорта Розара был на 5,8 т/га, а у сорта Кузовок – на 2,7 т/га меньше, чем при посадке 12–15 мая (рис. 1). Это, по нашему мнению, объясняется повышением вредности ризоктониоза (*Rhizoctonia solani*) в недостаточной степени прогретой почве [10–11].

Результаты наших исследований согласуются с данными, полученными в других регионах. Так, урожайность картофеля сорта Каратоп в лесостепной зоне Тюменской области при посадке 20 мая была на 6,2 и 10,8 т/га больше, чем при посадке соответственно 10 и 30 мая, а у сорта Свитанок киевский на 2,4 и 3,7 т/га [12]. В лесостепи Новосибирской области урожайность картофеля сорта Лина при посадке во второй декаде мая была на 4,4 т/га, Хозяюшка – на 1,7 т/га больше, чем при посадке в первой декаде мая и соответственно на 6,9 и 5,8 т/га больше, чем при посадке в третьей декаде [13].

В 2015–2017 гг. в опыте изучали влияние приемов агротехники не только на продуктивность, но и на качество клубней картофеля. Биохимический анализ показал, что содержание в клубнях сухого вещества и крахмала зависело главным образом от срока посадки (вклад фактора – 63,2 и 50,5% соответственно), уровня питания (20,5 и 9,3%) и генотипа (5,1 и 33,4%), достоверно, но в меньшей степени от глубины посадки (0,8 и 2,1%). Тогда как накопление в клубнях нитратов достоверно зависело не только от срока посадки (57,7%), сорта (17,4%) и уровня минерального питания (12,4%), но и от густоты посадки (2,8%).

Повышение уровня минерального питания сопровождалось снижением содержания в клубнях сухого вещества и крахмала: на фоне NPK-1 у сорта Розара на 1,4 и 0,8% соответственно, Кузовок – на 1,0 и 0,6%, на фоне NPK-2 у сорта Розара – на 2,0 и 1,1%, Кузовок – на 1,6 и 0,9% по сравнению с контролем (без удобрений). Посадка сорта Розара 25–29 мая сопровождалась снижением этих показателей соответственно на 1,8 и 1,6%, а в начале июня – на 2,7 и 1,9% по сравнению с посадкой 12–15 мая. У сорта Кузовок содержание сухого вещества при этом снизилось на 1,3 и 2,9% соответственно, а крахмалистость клубней на 1,3 и 2,1%. Поздняя посадка картофеля, кроме того, вызывала увеличение накопления нитратов в клубнях: у сорта Розара – в 2,05 раза, Кузовок – в 2,19 раза по сравнению с посадкой во

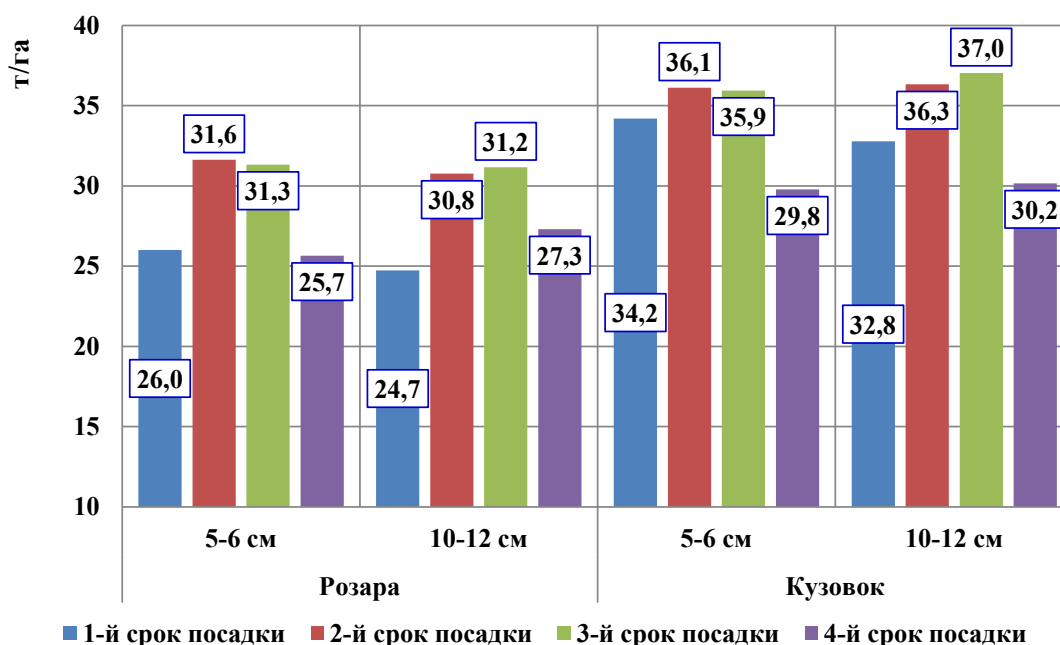


Рис. 1. Урожайность картофеля в зависимости от срока и глубины посадки, т/га (среднее по фонам питания и густоте посадки за 2 года – 2014-й и 2017 гг.)



второй декаде мая. Глубокая заделка посадочного материала достоверно увеличивала содержание крахмала в клубнях картофеля (сорта Розара – на 0,15%, Кузовок – на 0,35%), а также снижала накопление нитратов (на 5,1%) и увеличивало содержание сухого вещества в клубнях сорта Кузовок (на 0,32%).

Полученные нами данные согласуются с результатами исследований в других регионах. На выщелоченных черноземах лесостепи Тюменской области наибольшее качество клубней отмечалось при первом сроке посадки (10–12 мая). Посадка картофеля через 10 дней снижала содержание сухого вещества в клубнях сорта Адретта на 1,8%, Ароза – на 0,8%, Тулеевский – на 1,6%, а крахмала – на 1,2%, 1,6 и 1,2% соответственно. Задержка на 20 дней снижала накопление сухого вещества в клубнях на 4,2%, 2,5 и 3,1%, а крахмалистость клубней – на 2,4%, 3,1 и 2,3% [14].

Выводы

1. В лесостепной зоне Челябинской области оптимальным сроком посадки картофеля на продовольственные цели является вторая декада мая. Допускается посадка картофеля 25–29 мая, не влияя на величину урожая, она снижает качество клубней (содержание сухого вещества – на 1,3–1,8%, крахмала – на 1,26–1,60%). Поздняя посадка (5–12 июня) существенно снижала не только содержание в клубнях сухого вещества (Розара – на 2,7%, Кузовок – на 2,9%) и крахмала (на 1,9 и 2,1%), но и урожайность картофеля (на 3,5 и 5,2 т/га соответственно). Накопление нитратов в клубнях сорта Розара при этом возрастало в 2,05 раза, а сорта Кузовок – в 2,19 раза по сравнению с посадкой во второй декаде мая.

2. Влияние глубины посадки на продуктивность картофеля зависело от сроков ее проведения, сорта и погодных условий вегетационного периода. В условиях недостаточного увлажнения 2015 г. урожайность картофеля сорта Розара в варианте глубокой заделки семенного материала увеличивалась в среднем на 2,4 т/га, Кузовок – на 2,7 т/га, тогда как в условиях жаркого 2016 г. – снижалась на 1,4 и 0,4 т/га соответственно. При посадке в первой декаде мая достоверное преимущество имела мелкая заделка клубней, а при посадке в конце мая и начале июня – глубокая. Посадка картофеля на глубину 10–12 см способствовала достоверному увеличению крахмалистости клубней (Розара – на 0,15%, Кузовок – на 0,35%).

Список литературы

1. Васильев А. А. Прогнозирование и программирование урожая картофеля в лесостепи Южного Урала // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2014. Т. 69. С. 107–111.
2. Логинов Ю. П., Казак А. А. Экологическая пластичность сортов картофеля в условиях Тюменской области // Вестник Кемеровского государственного университета. 2015. № 1–4 (61). С. 24–28.
3. Самаркин А. А., Самаркина М. А., Шашкаров Л. Г. Развитие растений, динамика листовой поверхности, содержание хлорофилла, ЧПФ, коэффициент использования ФАР в зависимости от глубины посадки клубней // Вестник Казанского ГАУ. 2013. № 3. С. 131–134.
4. Дмитриева З. А. Оптимальные сроки и густота посадки // Картофель и овощи. 1985. № 2. С. 15–17.
5. Бурлака В. В. Картофелеводство Сибири и Дальнего Востока. М. : Колос, 1978. 208 с.
6. Жукова Г. С., Писарев Б. А. Лучшие сроки и способы посадки картофеля // Картофель и овощи. 1964. № 4. С. 2–5.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.
8. Цубербиллер Е. А. Пути повышения урожайности картофеля / под ред. А. Г. Лорха и М. А. Петросянца. Л. : Гидрометеорологическое изд-во, 1969. 46 с.
9. Интенсивная технология возделывания картофеля в лесостепной зоне Челябинской области на урожайность 250 ц/га / В. С. Кожемякин [и др.]. Челябинск : Челябинский рабочий, 1987. 41 с.
10. Иванюк В. Г., Банадысев С. А., Журомский Г. К. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. Минск, 2003. 550 с.
11. Чулкина В. А., Торопова Е. Ю., Стецов Г. Я. Интегрированная защита растений: фитосанитарные системы и технологии. М. : Колос, 2009. 670 с.
12. Логинов Ю. П., Паламарчук М. В. Урожайность и качество клубней картофеля в зависимости от сроков посадки картофеля в лесостепной зоне Тюменской области // Аграрный вестник Урала. 2007. № 3. С. 45–48.
13. Формирование урожайности сортов картофеля в зависимости от элементов технологии возделывания в лесостепи Новосибирского Приобья / Р. Р. Галеев, Ю. Г. Сапожникова, М. С. Шульга, В. В. Шекера // Вестник Новосибирского ГАУ. 2013. № 2. С. 7–11.

14. Урожайность и качество клубней сортов картофеля в зависимости от сроков посадки в лесостепной зоне Тюменской области / А. А. Казак [и др.] // Перспективы развития АПК в работах молодых ученых : сб. матер. конференции. Тюмень, 2014. С. 84–89.

Васильев Александр Анатольевич, д-р с.-х. наук, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН».

E-mail: kartofel_chel@mail.ru.

Горбунов Анатолий Константинович, научный сотрудник, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН».

E-mail: kartofel_chel@mail.ru.

* * *

АМПЕЛОГРАФИЧЕСКИЕ И ФЕНОТИПИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ УЛУЧШЕНИЯ НЕКОТОРЫХ КИШМИШНЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА

А. С. Гусейнова

Во время исследований у ряда местных и интродуцированных кишмишных сортов винограда была оценена перспективность на основе «новой модели», включающей в себя 25 ампелографических показателей OIV, изучены морфометрические размеры ягод и грозди, в том числе показатели урожайности. Выявлено, что по своим ампелодескрипторным показателям сорта винограда значительно отличаются между собой. Общая оценка перспективности, вычисляемая по полученному баллу за каждый дескрипторный показатель, заметно различалась по сортам и колебалась в широком диапазоне от 101,8 (Хырча кишмиш) до 162,5 (Султани кишмиш) балла. Было определено, что по сравнению с контролем 1 сорт является бесперспективным, 3 сорта – достаточно перспективными, 14 сортов – чрезвычайно перспективными. Исследования показали, что изучаемые сорта винограда значительно различаются между собой также по урожайности куста. Так, этот показатель колебался в пределах 5,3 (Хырча кишмиш) – 12,8 кг (Аттика). Математико-статистический анализ уровня значимости среднего показателя урожайности исследуемых сортов по сравнению с контролем (по U-фактору) и средний рост по сравнению с контролем (Δ , %) показал, что из местных сортов только три (Аг овал кишмиш, Аг кишмиш, Гара кишмиш), а из интродуцированных сортов – шесть (Аттика, Супериор, Аутумн Ройял, Данута, Сентениал Сидлис, Султанина) обладают значительной достоверностью по сравнению с контрольным сортом Аскери. По сравнению с контролем средний рост у сортов Кишмиш Согдиана, Кишмиш Зарафшан, Сары кишмиш, Хырча кишмиш, Гырмызы кишмиш носил нулевой или отрицательный характер (0 и –29,4%), у прочих же сортов (Аг овал кишмиш, Гара кишмиш, Чахрайи кишмиш, Аттика, Супериор, Данута и т.д.) наблюдался значительный положительный рост (5,6–88,2%).

Ключевые слова: ампелографический, дескрипторы, сорт винограда, местный сорт, гроздь, ягода, ампелографическая коллекция.

Виноградарство и виноделие, являясь древнейшей хозяйственной и промышленной отраслью, и сегодня являются одним из основных направлений развития экономики страны. В связи с развитием этой отрасли приняты и находятся в центре внимания ряд государственных решений. Так, с целью формирования политики и стратегии государства относительно виноградарства и виноделия, успешного претворения в жизнь мероприятий в этой области, обеспечения координации и ускорения работ, осуществляемых различными организациями в этой сфере, Указом за номером 1890 Президента Азербайджанской Республики от 15 дека-

бря 2011 года была утверждена «Государственная программа по развитию виноградарства в Азербайджанской Республике на 2012–2020-е годы», и указом от 3 мая 2018 года – «Государственная программа по развитию виноделия в Азербайджанской Республике на 2018–2025-е годы». Значение виноградарства и виноделия как одной из традиционных отраслей и наличие здесь достаточно высокого потенциала были особо отмечены в «Стратегической дорожной карте по производству и переработке продуктов сельского хозяйства в Азербайджанской Республике», утвержденной Указом Президента страны от 6 декабря 2016 года [5].

Одной из целей в государственных программах указано быстрое увеличение площадей под виноградниками для удовлетворения потребностей населения в свежем и сушеном винограде с целью обеспечения продовольственной безопасности.

В настоящее время в мире, в том числе и в нашей стране, в связи с необходимостью производства качественных продуктов питания ощущается большая потребность в бессемянных (кишмишных) сортах винограда, обладающих высокими диетическими и питательными свойствами. Несмотря на большое значение этих сортов в мировом виноградарстве, их число не превышает 150. Несмотря на то, что ягоды аборигенных кишмишных сортов в основном мелкие (исключение составляют новые бессемянные сорта гибридного происхождения с крупными ягодами), эти сорта отличаются крупным размером грозди, урожайностью, высокими товарными и вкусовыми качествами и сахаристостью, они характеризуются неустойчивостью к болезням и вредителям, заморозкам, засухе и другим стрессовым факторам [3, 4, 6, 11, 12, 13].

Указанные выше недостатки (мелкие ягоды, неустойчивость к болезням и вредителям, заморозкам, засухе и другим стрессовым факторам) присущи и для кишмишных сортов Азербайджана. С учетом этого ценные аборигенные кишмишные сорта винограда должны быть всесторонне оценены и привлечены к программам по улучшению [4, 5, 7, 8, 9, 11]. По причине вышеуказанных недостатков у фермеров низок интерес к местным кишмишным сортам. Поэтому в страну завозятся из-за границы и выращиваются крупноягодные кишмишные сорта винограда.

Принимая во внимание вышесказанное, целью исследований было поставлено сравнительное изучение морфологических, биологических и технологических особенностей местных и интродуцированных кишмишных сортов винограда, в т.ч. отбор, размножение и рекомендация фермерам урожайных, качественных, крупноягодных местных кишмишных генотипов с высокими товарными качествами.

Объекты и материалы исследований

Исследования проводились в 2015–2018 годах в условиях Апшеронского и Джалилабадского районов Азербайджана на кустах ряда местных и интродуцированных кишмишных сортов винограда, вовлеченных в программу

улучшения; по традиционным и современным методам были оценены их биоморфологические, технологические особенности, механический и химический состав и перспективность. При цифровом кодировании ботанических признаков, агробиологических и хозяйственно-технологических, фенотипических особенностей и оценке их перспективности использовались международные дескрипторы Международной Организации Винограда и Вина (MOVB). Перспективность кишмишных сортов винограда оценивалась на основе «новой модели», включающей 25 международных дескрипторов MOVB [1, 2, 10, 11, 14–17]. Фактические данные, полученные в результате исследований, были математически обработаны, степень достоверности полученных результатов проверена непараметрическим методом (показатель U) [2, 7–10].

Обсуждение результатов

До недавнего времени при осуществлении интродукции сортов винограда в определенной зоне традиционно использовались многочисленные показатели морфологических, биохимических, хозяйственно-технологических особенностей сортов винограда. В настоящее время оценка перспективности сортов винограда производится в цифровой форме с применением более эффективных, надежных и оперативных методов. В зависимости от требований, предъявляемых к сортам винограда, в селекционно-генетическую программу и модель цифрового оценивания посредством дескрипторов вкладывается различное число наиболее важных селекционных и хозяйственных признаков. Так как оцениваемые и изучаемые признаки различаются между собой по значимости, для каждого признака в отдельности применяется «коэффициент поправки», или «коэффициент значимости» [1, 7, 11–15].

При оценке урожайности генотипов в популяциях сортов винограда, анализе корреляционных связей между элементами урожайности и рядом биоморфологических признаков было выявлено, что между урожайностью кустов и размером и массой гроздей и ягод, количеством гроздей, средней массой грозди, массой 100 ягод, числом ягод в грозди, нагрузкой куста глазками, числом плодоносных побегов существует прямая корреляционная связь, и при выявлении высокоурожайных генотипов (клонов) основным количественным показателем, т.е. признаком фенотипического маркера, целесообразно исполь-



зование нагрузки куста глазками, количество гроздей на кусте, массу 100 ягод [10].

С учетом этого были изучены морфометрические показатели, в том числе показатели урожайности гроздей и ягод исследуемых кишмишных сортов. Выяснилось, что количество гроздей на кусте, напрямую влияющее на формирование урожайности сортов винограда, у изучаемых сортов значительно различалось и колебалось в пределах 17,7 (Кишмиш Зарафшан) – 40 (Чахрай кишмиш). Относительно мало гроздей образовалось на сортах Кишмиш Согдиана (19,3 грозди), Султани кишмиш (19,7), Аг кишмиш (20,3), относительно много – на сортах Сентениал сидлис (33,7), Хырча кишмиш (38,3). У остальных сортов этот показатель колебался в пределах 22,3–30,3 грозди.

Одним из факторов, влияющих на формирование фактической урожайности винограда, является средняя масса гроздей. Этот показатель варьировал в значительных пределах в зависимости от сорта (от 162,6 у Хырча кишмиш до 481,3 г у Аттика) и составил по сортам: Хырча кишмиш – 162,6 г, Чахрай кишмиш – 200,0 г, Сары кишмиш – 234,2 г, Гырмызы кишмиш – 237,8 г, Кишмиш Хишрау – 310,0 г, Кишмиш Зарафшан – 319,3 г, Гирде кишмиш – 317,5 г, Асгери – 321,0 г, Сентениал сидлис – 346,3 г, Аг овал кишмиш – 349,3 г, Гара кишмиш – 350,0 г, Кишмиш Согдиана – 370,2 г, Султани кишмиш – 395,5 г, Данута – 413,0 г, Аг кишмиш – 434,8 г, Супериор – 440,0 г, Султанина – 446,0 г, Аттика – 481,3 г.

На основе количества развившихся на кусте гроздей и их массы определяется хозяйственная (фактическая) урожайность. Высокое значение этих показателей положительно влияет на среднюю урожайность куста. В ходе исследований выяснилось, что изучаемые сорта значительно различаются между собой и по урожайности куста. Так, этот показатель колебался в широком диапазоне между 5,3 (Хырча кишмиш) – 12,8 кг/куст (Аттика). В целом средняя урожайность куста, будучи весьма разной, составила по сортам: Хырча кишмиш – 5,3 кг, Сары кишмиш – 5,4 кг, Кишмиш Зарафшан – 5,5 кг, Гырмызы кишмиш – 6,6 кг, Асгери – 6,8 кг, Кишмиш Согдиана – 6,8 кг, Гирде кишмиш – 7,1 кг, Султани кишмиш – 7,2 кг, Кишмиш Хишрау – 7,4 кг, Чахрай кишмиш – 7,9 кг, Аг овал кишмиш – 9,8 кг, Гара кишмиш – 10,0 кг, Аг кишмиш – 8,3 кг, Данута – 9,1 кг, Супериор – 9,5 кг, Аутумн ройал – 9,5 кг, Султанина – 11,0 кг, Сентениал сидлис – 11,2 кг, Аттика – 12,8 кг.

В ходе исследований были проведены математико-статистический анализ для определения степени значимости показателей средней урожайности (по U-фактору) и среднее увеличение по сравнению с контролем (ΔX %). Было выявлено, что по сравнению с контрольным сортом Асгери заметным преимуществом обладали три местных (Аг овал кишмиш, Аг кишмиш и Гара кишмиш) и шесть интродуцированных сортов (Аттика, Супериор, Аутумн ройал, Данута, Сентениал сидлис и Султанина). Разница между другими сортами и контрольным сортом не являлась достоверной. При вычислении среднего увеличения по сравнению с контролем выяснилось, что у сортов Кишмиш Согдиана, Кишмиш Зарафшан, Сары кишмиш, Хырча кишмиш, Гырмызы кишмиш этот показатель носил нулевой или отрицательный характер (0 и –29,4%), у других же сортов (Аг овал кишмиш, Гара кишмиш, Чахрай кишмиш, Аттика, Супериор, Данута и др.), будучи положительным, составил 5,6–88,2%. Урожайность с 1 га также варьировала в широком диапазоне и колебалась в пределах 117,8 (Хырча кишмиш) – 284,4 ц/га (Аттика).

Одним из факторов, влияющих на массу гроздей, а также на урожайность куста, является размер ягод. Размер ягод характеризуется массой 100 ягод. Этот показатель варьировал в пределах: 138,7 г (Гирде кишмиш) – 245,0 г (Султани кишмиш) для местных сортов (в среднем 175 г), и 233,3 г (Аттика) – 496,7 г (Супериор) – для интродуцированных (в среднем 379 г). Как видим, ягоды местных сортов винограда значительно уступают по размерам ягодам интродуцированных сортов.

Исследуемые интродуцированные кишмишные сорта винограда являются сортами гибридного происхождения, и при их селекции основной целью была крупноягодность. С целью проверки степени достоверности разницы между массой 100 ягод в контроле и у исследуемых сортов был проведен математико-статистический анализ. Было выявлено, что ягоды местных сортов не слишком отличаются от сорта Асгери (за исключением Султани кишмиш – $p < 0,05$). Однако у интродуцированных сортов ягоды заметно превосходят ягоды контрольного сорта и разница между ними отличается значительной достоверностью ($p < 0,05$, $p < 0,001$). При проведении исследований при массе 100 ягод менее 100 г они считались очень мелкими, 110–300 г – мелкими, 310–500 г – средними, 510–700 г – крупными, 710–900 г и более –

очень крупными [4]. Основываясь на этом, можно утверждать, что по массе 100 ягод исследуемые сорта обладали мелкими (Хырча кишмиш – 135,3 г, Аг кишмиш – 138,7 г, Сары кишмиш – 153,3 г, Гырмызы кишмиш – 158,3 г, Гирде кишмиш – 170,0 г, Аг овал кишмиш – 163,7 г, Чахрайи кишмиш – 165,0 г, Асгери (контроль) – 203,3 г, Гара кишмиш – 217,3 г, Аттика – 233,3 г, Султани кишмиш – 245,0 г, Султанина – 251,7 г) и средними (Кишмиш Согдиана – 332,7 г, Данута – 339,3 г, Кишмиш Хишрау – 384,0 г, Кишмиш Зарафшан –

390,0 г, Аутумн ройал – 492,0 г, Сентениал сидлис – 493,3 г, Супериор – 496,7 г) ягодами. Среди исследуемых сортов не были отмечены сорта с очень мелкими, крупными и очень крупными ягодами.

В ходе исследований на основе 25 морфобиологических и технологических дескрипторов, отобранных из ампелодескрипторов OIV и включенных в «инновативную модель оценки перспективности», была осуществлена оценка перспективности сортов винограда в баллах в цифровом порядке. Выяснилось, что сорта ви-

Таблица 1 – Показатели урожайности местных и интродуцированных кишмишных сортов винограда

Сорта и клоны	Количество гроздей, шт.	Средняя масса гроздей, г.	Урожайность куста, кг		$\Delta \bar{X} \%$	Урожайность с 1 га, ц	Масса 100 ягод, г	*P	Число ягод в грозди, шт.
			$\bar{X} \pm S\bar{x}$	*P					
Местные сорта винограда									
Асгери (контроль)	22,3	321,0	6,8±0,76	–	–	151,1	170,0	–	188
Аг овал кишмиш	30,3	349,3	9,8±0,66	p < 0,05	+44,1	217,8	165,0	p > 0,05	242
Аг кишмиш	20,3	434,8	8,3±0,48	p < 0,05	+22,0	184,4	158,3	p > 0,05	275
Гара кишмиш	28,7	350,5	10,0±0,72	p < 0,05	+47,1	222,2	217,3	p > 0,05	171
Гырызы кишмиш	28,3	237,8	6,6±0,21	p > 0,05	–29,4	146,7	203,3	p > 0,05	135
Чахрайи кишмиш	40,0	200,0	7,9±0,24	p > 0,05	+16,2	175,5	163,7	p > 0,05	132
Гирде кишмиш	23,7	317,5	7,1±0,38	p > 0,05	+4,4	157,8	138,7	p > 0,05	253
Хырча кишмиш	38,3	162,6	5,3±0,14	p > 0,05	–22,1	117,8	135,3	p > 0,05	166
Султани кишмиш	19,7	395,5	7,2±0,45	p > 0,05	+5,6	160,0	245,0	p < 0,05	176
Сары кишмиш	26,3	234,2	5,4±0,42	p > 0,05	–22,6	120,0	153,3	p > 0,05	183
Интродуцированные сорта винограда									
Аттика	27,7	481,3	12,8±0,82	p < 0,001	+88,2	284,4	233,3	p < 0,05	224
Супериор	22,3	440,4	9,5±0,56	p < 0,05	+45,6	211,0	496,7	p < 0,001	116
Аутумн ройал	23,0	454,9	9,5±0,52	p < 0,05	+45,6	211,0	492,0	p < 0,001	118
Данута	24,7	413,0	9,1±0,44	p < 0,05	+33,8	202,2	339,3	p < 0,001	146
Сентениал сидлис	33,7	346,3	11,2±0,86	p < 0,001	+64,7	248,8	493,3	p < 0,001	96
Султанина	24,7	446,0	11,0±0,92	p < 0,001	+61,8	244,4	251,7	p < 0,05	203
Кишмиш Согдиана	19,3	370,2	6,8±0,30	p > 0,05	0	151,1	332,7	p < 0,001	136
Кишмиш Зарафшан	17,7	319,3	5,5±0,16	p > 0,05	–20,2	122,2	390,0	p < 0,001	114
Кишмиш Хишрау	24,3	310,0	7,4±0,18	p > 0,05	+8,8	164,4	384,0	p < 0,001	106

Примечание: *p < 0,05; **p < 0,001; ***p > 0,05; P – достоверность разницы относительно контроля (по U фактору); $\Delta \bar{X} \%$ – среднее увеличение относительно контроля, %.



нограда значительно различаются между собой по 25 ампелодекрипторным показателям. Так, по продолжительности периода от распускания почек до созревания ягод (OIV 629) 10 сортов были оценены 5 баллами (среднего срока созревания), 7 сортов – 7 баллами (раннеспелые), а 1 сорт (Гара кишмиш) – 9 баллами (очень раннеспелый), по числу плодоносных побегов (OIV 153) все сорта были оценены 3–5 баллами (малое или среднее количество), по массе 1 грозди (OIV 502) 10 сортов были оценены 5 баллами (средние – масса грозди 300–500 г), 8 сортов – 7 баллами (крупные – масса грозди 501–700 г) (табл. 2). По урожайности куста (OIV 504) 3 сорта были среднеурожайными (Кишмиш Зарафшан, Кишмиш Хишрау, Хырча кишмиш – 5 баллов), а остальные сорта – высокоурожайными (7 баллов – 130–160 ц/га) и очень высокоурожайными (9 баллов – 170 ц/га и более). Этот показатель в значительной степени оказывает влияние на общую оценку урожайности сортов винограда. Учитывая долю значимости показателя урожайности в оценке перспективности, «уровню перспективности», или «коэффициенту поправки» был присужден наивысший коэффициент 2,5.

В наибольшей степени исследуемые сорта отличались между собой по содержанию сахаров в ягодах (OIV 505). Это в конечном итоге влияет на уровень перспективности сортов винограда. Количество сахаров в ягоде по значимости занимает второе место среди показателей перспективности и его «коэффициент поправки» («вес признака») составляет 2,2. Было установлено, что 3 сорта накапливают сахар в малом количестве (3 балла – 14–17 г/см³), 3 сорта – в среднем (5 баллов – 17–20 г/см³), 5 сортов – высоким (20–23 г/см³), 7 сортов – в очень высоком количестве (9 баллов – выше 23 г/см³). Наибольшая сахаристость (7–9 баллов) отмечалась у местных кишмишных сортов винограда. Это в свою очередь оказало значительное влияние на получение ими высокого балла при оценке перспективности. Относительно малое содержание сахара было отмечено у сорта Гирде кишмиш (5 баллов – 17–20 г/см³). Среди интродуцированных сортов высокой сахаристостью обладали сорта Кишмиш Хишрау и Кишмиш Согдиана (7 баллов), остальные сорта обладали низкой или же средней сахаристостью (3–5 баллов).

Одним из требований, предъявляемых к сортам винограда, в том числе бессемянным, является крупноягодность. Во время исследова-

ний ягоды длиной менее 8 мм считались очень мелкими (1 балл), 8–13 мм – мелкими (3 балла), 13–18 мм – средними (5 баллов), 18–23 мм – крупными (7 баллов) и 23–28 мм и крупнее – очень крупными (9 баллов) [10].

В целом в ходе исследований не было отмечено сортов с очень мелкими ягодами, у 3 сортов ягоды были мелкими, у 7 – средними и крупными, у 2 (Аутумн ройал и Сентениал сидлис) – очень крупными. Среди местных сортов (за исключением Гара кишмиш и Султани кишмиш) ягоды были мелкими или средней величины. У интродуцированных сортов (за исключением сортов Аттика и Кишмиш Согдиана – 7 баллов) отмечены ягоды крупного и очень крупного размера (7–9 баллов).

«Степень однообразия» ягод в грозди является одним из признаков, оказывающих влияние на внешний вид и товарную ценность. Исследования показали, что за исключением Аутумн ройал, Сентениал сидлис, Кишмиш Согдиана, остальные сорта обладали ягодами, сходными по форме и размеру. Это в свою очередь положительно повлияло на внешний вид гроздей и ягод.

Среди исследуемых встречаются сорта с ягодами зеленого, желтого или же янтарного (Гирде кишмиш, Данута, Супериор, Сентениал сидлис, Султанина, Кишмиш Зарафшан, Кишмиш Хишрау, Аг овал кишмиш, Аг кишмиш, Хырча кишмиш, Султани кишмиш, Асгери), красного (Гырмызы кишмиш), черного (Аттика, Кишмиш Согдиана, Гара кишмиш, Аутумн ройал), розового (Чахрайи кишмиш) цветов. По модели перспективности янтарный и розовый цвета удостоились более высокой оценки (7–9 баллов).

По своему специфическому аромату (OIV 236) и по вкусовой классификации (OIV 237) ягоды в основном обладали простым, слабым мускатным и специфическим вкусом и ароматом (1, 2, 3, 4 балла).

По усилию на отрыв ягоды от плодоножки сорта не слишком отличались между собой, и ягоды отрывались при приложении усилий средней (5 баллов) и большой (7 баллов) степени. Одним из требований, предъявляемых к столовым сортам, является бессемянность, малосемянность и мелкосемянность. По этому показателю все сорта удостоились высокой оценки (9 баллов). При проведении исследований выяснилось, что изучаемые сорта обладают высокой (7 баллов) и очень высокой (9 баллов) силой роста (OIV 351).

Таблица 2 – Показатели перспективности сортов винограда

Коды ампелодескрипторов ОИУ	Интродуцированные сорта										Местные сорта									
	Коэффициент поправки	Атика	Лангута	Супериор	Аутумн роуэлл	Сентенналь сидлис	Султанна	Кипиши	Кипиши Зарафшан	Кипиши Хишрау	Аг овал кипиши	Аг кипиши	Тара кипиши	Тармызы кипиши	Чарай кипиши	Асери	Хыра кипиши	Султани кипиши	Лирде кипиши (контроль)	Модель «идеального сорта»
301	0,5	5	5	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9
629	2,5	7	7	7	5	5	7	5	5	5	7	9	5	7	7	5	5	5	5	9
305	0,4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	9
604-1	0,2	9	7	7	7	7	9	7	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
630	1,5	7	7	5	5	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	9
153	0,7	5	5	5	5	3	5	3	3	3	5	5	3	3	5	3	5	3	3	7
502	1,0	5	5	7	7	7	7	5	5	5	7	5	5	5	5	5	7	7	7	9
504	2,5	9	9	9	9	7	7	5	5	5	9	9	7	9	7	5	9	9	7	9
505	2,2	3	5	3	3	5	5	5	7	5	9	9	7	7	9	7	9	9	5	9
204	0,7	7	3	7	5	9	7	9	7	5	7	7	7	7	7	3	7	7	3	9
206	0,2	5	5	5	5	5	5	7	5	5	5	3	5	5	7	5	7	5	5	9
220	1,0	7	5	7	9	9	5	7	7	7	5	7	5	5	5	3	7	7	3	9
222	2,0	2	2	2	1	1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
223	1,0	9	4	6	9	9	5	5	4	4	9	4	4	5	9	3	9	3	9	9
225	1,8	5	7	1	5	1	5	1	1	1	7	5	3	9	7	1	9	1	9	9
228	0,4	7	5	7	7	5	3	5	5	5	7	7	7	7	7	5	7	5	9	9
236	1,5	4	4	4	4	4	1	1	1	1	4	4	1	1	4	1	4	1	1	5
237	1,3	2	3	2	2	3	1	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	7
238	0,2	5	3	5	5	7	5	7	5	5	3	5	3	5	5	3	7	3	3	9
240	0,5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	7	7	5	7	7	5	7	5	5	9
242	0,2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
351	0,5	7	7	7	7	9	7	9	7	7	9	9	7	9	7	7	9	7	7	9
452	1,0	5	5	5	5	5	3	3	3	5	3	5	3	5	3	3	5	3	3	9
455	1,0	5	5	5	5	5	3	3	3	3	5	5	3	5	3	3	5	3	3	9
459	0,8	5	5	5	5	7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	7	3	3	9
Общий балл		141,0	140,0	132,4	133,3	131,6	109,0	135,7	108,1	120,0	159,4	136,3	151,0	118,6	148,2	148,0	101,8	162,5	104,7	206,4
Разница по срав. с контр.		+36,3	+35,3	+27,7	28,6	+26,9	+3,3	+31,0	+3,4	+15,3	+54,3	+31,6	+46,3	+13,9	+43,5	+43,7	-2,9	+57,8	-	-



На рост и развитие сортов винограда, на их урожайность, качество урожая особое влияние оказывает устойчивость к болезням и вредителям. Поэтому устойчивость винограда к наиболее опасным болезням – милдью, оидиуму и серой гнили – были включены в модель оценки перспективности (OIV 452, 455, 459). При фитопатологическом оценивании выяснилось, что исследуемые сорта к грибным болезням были неустойчивы (3 балла) или толерантны (5 баллов). Сентениал сидлис и Султани кишмиш проявили устойчивость к серой гнили (7 баллов). При фитопатологическом наблюдении выяснилось, что интродуцированные сорта несколько превосходят местные относительно устойчивости к милдью и оидиуму. Это проистекает из их гибридного происхождения и гетерозисной природы. Азербайджанские местные сорта демонстрировали присущую виду *V. vinifera* неустойчивость или же толерантность к грибным заболеваниям.

На основе значений 25 ампелодескрипторных показателей, определенных в ходе исследования, был вычислен общий балл перспективности для каждого сорта. В зависимости от балла по каждому показателю общий балл у сортов значительно различался. Так, общая оценка перспективности колебалась в пределах 101,8 (Хырча кишмиш) – 162,5 балла (Султани кишмиш) и составила по сортам: Хырча кишмиш – 101,8 баллов, Гирде кишмиш – 104,7, Кишмиш Зарафшан – 108,1, Султанина – 109,0, Гырмызы кишмиш – 118,6, Кишмиш Хишрау – 120,0, Сентениал сидлис – 131,6, Супериор – 132,4, Данута – 140,0, Аттика – 141,0, Чахрайи кишмиш – 148,2, Асгери – 148,0, Гара кишмиш – 151,0, Аг овал кишмиш – 159,4, Султани кишмиш – 162,5 балла.

Если у исследуемых сортов винограда общий балл по 25 показателям уступает общему баллу контрольного сорта более чем на 15 пунктов, сорт считается бесперспективным (< 15), если совпадает с общим баллом контроля или же разница составляет до 15 баллов – достаточно перспективным (± 15), если разница больше 15 баллов (> 15) – чрезвычайно перспективным [6, 7]. При проведении исследований выяснилось, что показатель перспективности сорта Хырча кишмиш заметно низок (–2,9 балла), и этот сорт был определен как бесперспективный. Балл по перспективности сортов Султанина, Кишмиш Зарафшан и Гырмыз кишмиш превосходил показатель перспективности контроля на 3,3–13,9 балла, и эти сорта были сочтены достаточно перспективными, у остальных же сортов (Кишмиш Хишрау, Сенте-

ниал сидлис, Супериор, Аутумн ройал, Кишмиш Согдиана, Аг кишмиш, Данута, Аттика, Чахрайи кишмиш, Асгери, Гара кишмиш, Аг овал кишмиш, Султани кишмиш – всего 14 сортов) балл по перспективности превосходил контроль на 15,3–57,8 пункта, и эти сорта были определены как чрезвычайно перспективные.

Список литературы

1. Курбанов М. Р., Салимов В. С. Отбор ценных генотипов из популяций сортов винограда Чахрайи кишмиш и Аг кишмиш методом клоновой селекции // Доклады (НАНА). 2010. № 5. С. 86–94.
2. Панахов Т. М., Салимов В. С., Зари А. М. Виноградарство в Азербайджане. Баку : Муаллим, 2010, 224 с.
3. Салимов В. С. Методы ампелографического исследования генотипов винограда. Баку : Муаллим, 2014, 184 с.
4. Салимов В. С. Изучение и описание признаков и особенностей генотипов винограда на основе ампелодескрипторов // Сборник научных трудов АЗНИИ Земледелия. 2014. Т. XXV. С. 106–116.
5. Салимов В. С. Ампелодескрипторные особенности «идеального сорта» в виноградарстве и новая модель оценки перспективности сортов // Научные труды Центрального ботанического сада. 2016. Т. XIV. С. 10–23.
6. Разработка и реализация национальной программы совершенствования сортимента винограда в Украине / А. М. Авидзба [и др.]. Ялта : НИВиВ «Магарач», 2009. 15 с.
7. Гублер Е. В., Генкин А. А. Применение непараметрических критериев статистики в медико-биологических исследованиях. Л. : Медицина, 1973. 141 с.
8. Красохина С. И., Ганич В. А. Новые интродуцированные бессемянные сорта селекции США для потребления в свежем виде // Виноделие и виноградарство. 2006. № 5. С. 38–39.
9. Радчевский П. П., Трошин Л. П. Бессемянные сорта винограда. Краснодар : Куб АГУ, 2008. 160 с.
10. Салимов В. С., Шукюров А. С., Асадуллаев Р. А. Изучение биотипов и клонов некоторых кишмишных сортов винограда Азербайджана // Виноделие и виноградарство. 2016. № 1. С. 37–43.
11. Салимов В. С. Ампело-дескрипторные показатели некоторых местных сортов винограда Азербайджана // Виноделие и виноградарство. 2016. № 6. С. 30–34.

12. Бессемянные сорта и гибридные формы винограда / К. В. Смирнов [и др.]. Новочеркасск; Запорожье, 2002. 54 с.

13. Смирнов К. В., Кострикин И. А., Майстренко Л. А. Селекция винограда на бессемянность // Доклады ТСХА. 1996. Т. 267. С. 161–168.

14. Трошин Л. П., Маградзе Д. Н. Ампелографический скрининг генофонда винограда. Краснодар : КГАУ, 2013. 120 с.

15. Шукюров А. С., Салимов В. С., Асадуллаев Р. А. Ампелодескрипторные показатели и оценка перспективности некоторых местных

и интродуцированных сортов винограда Азербайджана // Проблемы развития АПК региона. 2016. № 4(28). Ч. 2. С. 66–72.

16. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. – OIV. 2009. Website : <http://www.oiv.int/fr/> и <http://www.oiv.int/oiv/info/frplublicationoiv#listdesc>.

17. Salimov V., Shukurov A., Asadullayev R. Study of diversity of Azerbaijan local grape varieties basing on OIV ampelographic descriptors // Annals of Agrarian Science. 15 (2017). 386–395.

Гусейнова Афет Сабир, ведущий научный сотрудник, НИИ Виноградарства и Виноделия МСХ, Азербайджанская Республика, г. Баку.

E-mail: a_huseynova73@mail.ru.

* * *

УДК 633.854.78:632.954

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ ПОДСОЛНЕЧНИКА В ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЕ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

О. М. Доронина

Доказано влияние гербицидов в посевах подсолнечника на видовой и количественный состав сорняков. Данные исследований показывают, что урожайность снижается за счет роста засоренности. За годы исследований на контроле без внесения гербицидов урожайность при возделывании гибридов Шаркс и Дюрбан ниже с вариантами с применением гербицидов на 0,89–1,03 т/га. Наибольшая урожайность получена в вариантах с применением гербицидов Шансгард+Клетошанс, что выше контроля на 1,57 т/га.

Ключевые слова: подсолнечник, семена, зеленая масса, сухая масса, засоренность, гербициды, урожайность.

Урожайность подсолнечника находится в прямой зависимости от погодных условий, плодородия почвы и засоренности посевов. Подсолнечник – влаголюбивое растение, хотя и степного экотипа. При достаточной влажности почвы и равномерном выпадении осадков подсолнечник формируется в высокорослое, с большим листовым аппаратом растение. При нехватке влаги подсолнечник отстает в росте, корзинка формируется мелкая и не полностью заполнена семенами. Во время вегетационного периода низкие температуры отрицательно сказываются на росте и развитии подсолнечника, затягиваются межфазные периоды, фаза цветения наступает слишком поздно [1].

Сорняки в прохладную погоду растут быстрее, они меньше требовательны к теплу и влаге, чем подсолнечник. В начальные фазы роста и развития подсолнечник сильно угнетается сорняками, так как до образования корзинки подсолнечник растет очень медленно. Посевы подсолнечника должны быть чистыми в течение 40 дней после посева. При сильной засоренности подсолнечник формирует низкий стебель, высота которого достигает 80–90 см, и мелкую корзинку (11–13 см). Засоренность посевов снижает урожайность семян и содержание масла. Конкурентоспособность растений за свет в большей степени зависит от темпа роста в начале вегетации [2, 3].

При хорошей облиственности подсолнечник затеняет сорные растения, кроме корневищных и овсюга. Хорошо развитая корневая система подсолнечника дает возможность ему успешно конкурировать с сорняками за воду и минеральное питание. Характер распространения корней в глубину зависит от многих факторов, в том числе и от засоренности поля. В сухие годы и на сильно засоренных участках в пахотном слое, как правило, корней образуется меньше, но в этом случае их образуется больше в более глубоких слоях почвы [4].

Для получения высоких урожаев подсолнечника поле необходимо готовить с осени, сразу после уборки предшественника с внесением гербицидов сплошного действия на основе глифосатов «Раундап экстра» и «Ураган форте», при норме внесения 3–4 л/га [5].

Учет засоренности проводили в фазу всходов два листа, 3–4 листа перед внесением гербицидов, через 45 дней после применения гербицидов и при уборке. Учитывали как видовой, так и количественный состав сорняков.

Цель исследований – оценка эффективности гербицидов в посевах подсолнечника в лесостепной зоне Челябинской области.

Материалы и методы исследований

В наших исследованиях за контроль взят вариант без внесения гербицида. Исследования проводились на опытном поле Института агроэкологии. Изучали влияние гербицидов на сорные растения в посевах подсолнечника.

Исследования показали, что почвенные гербициды при низкой температуре и незначительной влажности почвы недостаточно эффективно сработали, и после их внесения создается гербицидный экран, который нельзя нарушать, при низком температурном режиме действие гербицидов снижается.

Предшественник подсолнечника – вторая яровая пшеница по чистому пару. Основная обработка – вспашка на глубину 25–27 см, под предпосевную обработку вносили нитроаммофоску (30 кг д.в./га). Предпосевная обработка почвы – культивация на глубину 6–8 см, срок посева – в 2017 году – 21 мая, в 2018 году – 15 мая, норма высева – 79 тыс. семян/га. Для посева использовались гибриды подсолнечника Шаркс, Дюрбан. Уход за посевами, помимо применения гербицидов, заключался в междурядной обработке в фазу 3–4 листьев у подсолнечника с внесением гербицида Клетошанс + Сильвошанс (1,5 + 0,1 л/га), при высоте сорняков 8–10 см.

В день посева подсолнечника под предпосевную культивацию вносили почвенный гербицид – Шансгард 3,5 л/га. На контрольном варианте проводилась одна междурядная обработка без внесения гербицида.

Гербицид Шансгард уничтожает широкий спектр сорняков, в том числе трудноискоренимые виды, как, например, осот полевой (*Sochus arvensis*), бодяк полевой (*Cirsium arvense* и вьюнок полевой (*Convolvulus arvensis*). Препарат необходимо вносить при посеве под предпосевную культивацию.

Полевые опыты проводились по методике Б. А. Доспехова (1985), в трехкратной повторности при площади делянок 28 м², учетная – 14 м². Исследования проводили по схеме опытов.

Погодные условия 2017 года были неблагоприятными, за вегетационный выпало 275 мм осадков, ГТК составил 1,5.

2018 год был неблагоприятным, за вегетационный период выпало 269,2 мм осадков, ГТК составил 1,34, год умеренно влажный. Наиболее низкая температура воздуха отмечена в мае и в среднем составила 9,9 °С, в июне 13,3 °С, что сказалось на формировании корзинок, с прошлым годом. Корзинки сформировались средней величины. Посев проводили, когда почва прогрелась на 10–12 °С, после посева температурный режим снизился и всходы подсолнечника появились на 12–13 день, не дружно (табл. 1).

Клетошанс против однодольных сорняков в фазу 3–4 листа подсолнечника.

Результаты исследований

Учет засоренности проводили во время всходов, перед обработкой гербицидами (фаза 3–4 листа подсолнечника) и при уборке подсолнечника, учитывали как видовой, так и количественный состав.

На контроле мятликовые сорняки составили около 65,4–59,2%, на малолетние и многолетние двудольные сорняки приходится 34,6–40,8%. К моменту уборки высота сорняков составила 60–65 см. В начальные фазы роста и развития подсолнечника сорняков насчитывалось (31–28 шт./м²), в фазу 3–4 листьев количество сорняков увеличилось за счет появления поздних и составило 42 шт./м². Конкурентная способность сорняков низкая. К моменту уборки количество сорняков составило 57–50 шт./м², общая масса сорняков 101,4–94,6 г.

При внесении гербицидов против мятликовых сорняков по всем вариантам произошло



резкое снижение засоренности, и к моменту уборки в варианте 1 при обработке гербицидами Шансгарт количество сорняков при возделывании гибридов Шаркс составило 18 шт./м², а Дюрбан – 21 шт./м².

В варианте 2 при внесении гербицидов Шансгарт + Клетошанс в вариантах Шаркс и Дюрбан количество сорняков составило 9–12 шт./м².

В варианте 3 при внесении гербицидов Клетошанс + Сильвошанс в вариантах Шаркс и Дюрбан количество сорняков составило 13–15 шт./м².

Как уже отмечено, отсутствие осадков во второй декаде мая – июне резко снизило эффективность почвенных гербицидов, которая на большинстве почв Челябинской области и в более благоприятных условиях неустойчива из-за высокой емкости поглощения черноземов. При внесении в фазу 3–4 листа Клетошанса наблюдалось заметное снижение злаковых (мятликовых) сорняков (табл. 2).

Анализ таблицы показал, что на контроле % мятликовых сорняков выше, а при внесении

Таблица 1 – Схема опыта

№ п/п	Гибрид	Препарат	Норма расхода препарата, кг(л)/га	Срок применения /фаза развития культуры
1	Шаркс	Контроль		
2		Шансгарт + Дикошанс	3,5 + 2,0	до всходов десикант
3		Шансгарт + Клетошанс + Сильвошанс + Дикошанс	3,5 + 1,5 + 0,1 + 1,0	до всходов по вегетации десикант
4		Клетошанс + Сильвошанс + Дикошанс	1,5 + 0,1 + 2,0	по вегетации десикант
1	Дюрбан	Контроль		
2		Шансгарт + Дикошанс	3,5 + 2,0	до всходов десикант
3		Шансгарт + Клетошанс + Сильвошанс + Дикошанс	3,5 + 1,5 + 0,1 + 1,0	до всходов по вегетации десикант
4		Клетошанс + Сильвошанс + Дикошанс	1,5 + 0,1 + 2,0	по вегетации десикант

Таблица 2 – Влияние гербицидов на засоренность посевов подсолнечника (сухая биомасса сорняков через 45 дней после обработки, г/м²), (Институт агроэкологии, 2017–2018 гг.)

Вариант	Общая биомасса сорняков, г/м ²	в том числе		
		многолетних двудольных	малолетних	
			двудольных	однодольных
Гибрид Шаркс				
Контроль	64,4	3,6	31,0	65,4
Шансгарт + Дикошанс	28,4	11,8	64,7	23,5
Шансгарт + Клетошанс + Дикошанс + Сильвошанс	31,3	15,8	52,7	31,5
Клетошанс + Сильвошанс + Дикошанс	38,4	8,0	72,0	20,0
Гибрид Дюрбан				
Контроль	57,6	4,1	36,7	59,2
Шансгарт + Дикошанс	33,0	9,1	63,6	27,3
Шансгарт + Клетошанс + Дикошанс + Сильвошанс	33,1	13,3	64,5	22,2
Клетошанс + Сильвошанс + Дикошанс	36,3	13,0	65,3	21,7

гербицидов возросло процентное содержание малолетних двудольных сорняков, количество мятликовых сорняков снизилось.

Гербициды вносились один раз, баковые смеси не использовались, в момент уборки количество сорняков увеличилось в среднем на 10,9% на обрабатываемых вариантах, на контрольном варианте на 18,2% за счет выпавших осадков в августе. Сорняки для подсолнечника особого вреда не составили.

В момент созревания корзинки посевы подсолнечника были обработаны гербицидами Дикошанс при норме 2,0 л/га, Дикошанс + Сильвошанс при норме 1,0 + 0,1 л/га для ускоренного созревания. Обработку проводили, когда тыльная сторона корзинки приобретет лимонно-желтую окраску, влажность корзинок и семян варьировала и независимо от гибрида и применения гербицидов от 25,5 до 34,5%.

Урожай семян подсолнечника учитывали в октябре сплошным поделяночным методом, урожай семян рассчитывали по результатам структурного анализа среднего образца корзинки. Урожайность семян подсолнечника зависит от засоренности посевов, погодных условий, наличия влаги в почве и питательных веществ. Годы исследований были неблагоприятными для возделывания подсолнечника, что отразилось на урожайности семян (табл. 3).

При внесении почвенного гербицида Шансгард урожайность выше контроля при возде-

лывании гибрида Шаркс на 0,36 т/га и при возделывании гибрида Дюрбан – 0,43 т/га.

В среднем урожайность семян подсолнечника составила по вариантам 1,91 т/га. Наибольшая урожайность отмечена в варианте 3 при возделывании гибрида Шаркс, что выше контроля на 0,97 т/га. При возделывании гибрида Дюрбан в варианте 3, что выше контроля на 1,05 т/га.

В варианте Клетошанс + Сильвошанс при возделывании гибридов Шаркс и Дюрбан урожайность выше контроля на 0,46–0,55 т/га.

В момент созревания корзинки полностью заполнены семенами, процент щуплых семян незначительный.

Низкая урожайность отмечена в 2018 году, температурный режим в мае и до середины июня не поднимался выше 14 °С, все это сказалось на урожайности и росте подсолнечника.

Уборочная влажность корзинок и семян в среднем составила по гибридам 29,8%. Анализируя таблицу 2, можно прийти к выводу, что урожайность в прямой зависимости от погодных условий и скороспелости гибридов, засоренности. Наиболее низкая урожайность отмечена на контроле.

В фазу физиологической спелости подсолнечника при влажности семян от 28,3 до 31,2% проводили десикацию гербицидом Дикошанс + Сильвошанс 1,0 + 0,1 л/га. Обработку проводили, когда тыльная сторона корзинки приобретет лимонно-желтую окраску.

Таблица 3 – Влияние гербицидов на урожайность и уборочную влажность семян подсолнечника (Институт агроэкологии, 2017–2018 гг.)

Вариант	Урожайность по годам, т/га			Прибавка урожайности		Влажность, %
	2017	2018	средняя	т/га	%	
Гибрид Шаркс						
Контроль	1,67	1,15	1,41	–	–	30,7
Шансгард + Дикошанс	2,19	1,35	1,77	0,36	25,5	29,5
Шансгард + Клетошанс + Дикошанс + Сильвошанс	3,23	1,54	2,38	0,97	68,7	29,3
Клетошанс + Сильвошанс + Дикошанс	2,27	1,47	1,87	0,46	32,6	29,7
Гибрид Дюрбан						
Контроль	1,73	1,19	1,46	–	–	31,2
Шансгард + Дикошанс	2,53	1,26	1,89	0,43	29,4	28,3
Шансгард + Клетошанс + Дикошанс + Сильвошанс	3,31	1,71	2,51	1,05	71,9	29,7
Клетошанс + Сильвошанс + Дикошанс	2,46	1,57	2,01	0,55	37,6	30,2
НСР ₀₅	0,04	0,04	–	–	–	1,21



Таблица 4 – Структура урожая подсолнечника в зависимости от применения гербицидов (Институт агроэкологии, 2017–2018 гг.)

Вариант	Натура семян, г/л	Масса 1000 семян, г	Масса семян с корзинки, г	Количество семян в корзинке, шт.
Гибрид Шаркс				
Контроль	317	43,9	44,0	1060,9
Шансгард + Дикошанс	413	49,6	55,8	1042,1
Шансгард + Клетошанс + Дикошанс + Сильвошанс	441	48,3	58,6	1643,7
Клетошанс + Сильвошанс + Дикошанс	420	44,3	53,5	1544,4
Гибрид Дюрбан				
Контроль	318	42,1	43,1	1067,3
Шансгард + Дикошанс	419	45,9	54,9	1720,4
Шансгард + Клетошанс + Дикошанс + Сильвошанс	438	50,1	57,3	1910,9
Клетошанс + Сильвошанс + Дикошанс	422	40,7	54,8	1577,0
	11,8	1,96	2,05	37,47

Структура урожая подсолнечника зависит от массы 1000 семян, массы семян с корзинки, густоты стеблестоя. Густота стеблестоя в зависимости от варианта варьировала от 36,6 до 41,0 тыс. растений/га. На чистых посевах увеличивается масса 1000 семян и натура (табл. 4).

Масса 1000 семян на контрольных вариантах составила 43,9–42,1 г, на остальных вариантах от 44,3 до 50,1 г соответственно.

Выход семян с корзинки в среднем составил 64,1%. Наибольшее количество семян в корзинке наблюдается в вариантах Шансгард + Клетошанс + Дикошанс + Сильвошанс, такая же тенденция наблюдается и по натуре семян, что выше контроля на 35,4–44,1%.

На семена подсолнечник убирали 30 сентября, урожай семян рассчитывали по результатам структурного анализа образца корзинки.

Выводы

Наиболее эффективный вариант с применением гербицидов Шансгард + Клетошанс + Дикошанс + Сильвошанс, на этом варианте

поля остаются чистыми, урожайность возрастает по сравнению с контролем на 0,89–1,03 т/га.

Снижение урожайности происходит под влиянием сорняков на всех элементах структуры урожая.

Список литературы

1. Гаврилова В. А., Анисимова И. Н. Подсолнечник. СПб., 2003.
2. Борьба с сорняками в посевах подсолнечника // Яровые масличные культуры / под общ. ред. В. А. Щербакова. Режим доступа : http://agroden.ru/publ/rastenievodstvo/borba_s_sornjakami_v_posevakh_podsolnechnika/7-1-0-28.
4. Доронина О. М. Применение гербицидов на посевах подсолнечника // Интеграция науки и сельскохозяйственного производства : матер. Междунар. науч.-практ. конференции. 2017. С. 147–151.
5. Красножон С. М. Влияние элементов технологии возделывания на сорный компонент агроценоза яровой пшеницы // АПК России. 2015. Т. 74. С. 134–140.

Доронина Ольга Михайловна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры агротехнологии, селекции и семеноводства, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: olga.doronina.1956@mail.ru.

* * *

УДК 634.8:631.52

СТРУКТУРА ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ И АМПЕЛОДЕСКРИПТОРНЫЕ ПРИЗНАКИ ЦЕННЫХ ГИБРИДНЫХ СОРТОВ

В. С. Салимов, М. А. Гусейнов, Х. Н. Насибов, Р. А. Асадуллаев

Большую актуальность представляют проводимые в АзНИИВиВ исследовательские работы по созданию новых сортов винограда, отвечающих требованиям растениеводства и отличающихся высокой урожайностью и качеством, устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам. В статье рассказывается об ампелографических особенностях новых гибридных сортов, а также закономерностях наследования свойств и признаков и проявления доминантности и гетерозиса у сеянцев гибридного поколения, созданных путем селекции в АзНИИВиВ и его опытных хозяйствах. В статье представлены результаты изучения и сравнительного анализа морфологических, биологических и хозяйственно-технологических особенностей нескольких гибридных сортов, а также приводится цифровое описание признаков и свойств генотипов, выполненное на основе применения ампелодескрипторов Международной организации винограда и вина (OIV).

Ключевые слова: гибридизация, ампелографическая особенность, новая гибридная форма, ампелографические дескрипторы.

В результате многолетнего естественного и искусственного отбора в Азербайджане создавался богатый фонд аборигенных сортов винограда различного хозяйственного направления. По последним данным, в Азербайджане выращивается более 400 местных сортов винограда. Различные регионы нашей республики богаты неизученными по сей день ценными местными сортами винограда. Эффективное использование генофонда винограда имеет большое значение для обеспечения целенаправленного и динамичного развития виноградарства [1–9].

Выявление, накопление, сохранение и рациональное использование генотипов, суще-

ствующих в генофонде винограда, обеспечение потребностей населения в виноградо-винодельческой продукции путем максимальной реализации потенциальных возможностей этих генотипов и устойчивое развитие отрасли виноградарства и виноделия в настоящее время приобретают особую актуальность. Именно поэтому выполненная работа была посвящена вопросам накопления и сохранения генофонда винограда, оценки, рационального и устойчивого использования генотипов и их улучшения путем селекции.

Для того, чтобы обеспечить повышение объемов производства винограда и продуктов



его переработки, необходимо обогатить сортовой состав виноградников Азербайджана, заменить малоурожайные сорта винограда более высокоурожайными и перспективными сортами.

С целью возрождения отрасли виноградарства и виноделия и подъема ее на новый уровень развития в Азербайджанском НИИ виноградарства и виноделия ведутся углубленные научные исследования, основная цель которых заключается в выявлении, изучении и размножении ценных местных сортов винограда, находящихся под угрозой исчезновения, а также в выведении новых высокоурожайных перспективных сортов и гибридов различного направления использования.

Объекты и методы исследований

Агробиологические учеты проводились согласно общепринятым методикам [3, 4]. Ампелографические особенности генотипов винограда (ампелодескрипторные признаки) были изучены по 24 дескрипторам OIV (MOVB), признаки каждого генотипа были описаны в цифровом формате [5, 6, 7].

Полученные экспериментальные и селекционные данные обрабатывались с помощью математико-статистических методов [5, 6].

Обсуждение результатов

В период с 2002-го по 2018-й гг. регулярно исследуются биоморфологические, хозяйственные, технологические и иммунологические особенности сортов винограда с целью оценки их перспективности. Ценные образцы используются как исходный материал в селекционной работе, а выделенные хозяйственно важные сорта рекомендуются для внедрения новым фермерским хозяйствам.

Известно, что сорта винограда по ряду признаков и характеристик являются в основном гетерозиготными. Вследствие этого после гибридизации уже в первом поколении образуются новые комбинации генов и наблюдается расщепление по большинству признаков. Также на основе выбора форм скрещивания у гибридных растений в первом поколении наблюдается гетерозис по ценным хозяйственным признакам. Как и в селекции всех остальных сельскохозяйственных культур, у винограда успешное использование гетерозиса позволяет в короткий срок добиваться улучшения тех или иных свойств и показателей. В результате гетерозиса возможно увеличение урожайности винограда на 20–30 и даже на 50–70% и более [9, 11, 12].

Известно, что в гибридах, полученных в результате гибридизации, проявление гетерозиса может наблюдаться как по всем, так и по нескольким или даже по одному положительному признаку. Опыт показывает, что не каждая родительская пара может дать гибридные формы с явлением гетерозиса [3, 4, 9].

Поэтому в соответствии с целью селекционной работы следует правильно подбирать первичный материал, т.е. родительские пары. Признак гетерозиса наиболее сильно проявляется только у гибридов первого поколения; в последующих же поколениях явление гетерозиса ослабевает. В растениях, размножаемых вегетативным способом, можно укреплять и развивать признаки гетерозиса. Именно поэтому селекционеры-виноградари особое внимание должны уделять изучению явления гетерозиса у винограда, размножаемого вегетативным способом.

У некоторых гибридов винограда, полученных путем гибридизации различных сортов, гетерозис проявляется в увеличении силы роста куста, количества и размера ягод, улучшении физиологических и биохимических показателей, а именно в повышении уровня содержания сахара, общего азота, пигментных и органических веществ. В конечном же итоге гетерозис проявляется в формировании биологической специфичности виноградного растения, увеличении количества и качества урожая, повышении устойчивости к биотическим и абиотическим стрессовым факторам окружающей среды [3, 4].

Для проведения целенаправленных селекционных работ были привлечены к гибридизации культурные сорта винограда, относящиеся к эколого-географическим группам *convar orientalis* Negr., *convar pontica* Negr., *convar occidentalis* Negr., обладающие разными наследственными признаками и различающиеся между собой по биоморфологическим, технологическим и иммунологическим особенностям, и дикорастущая форма с мужским типом цветка (*V. vinifera ssp. sylvestris* C.C.Gmel.). Путем гибридизации было получено 27 комбинаций скрещивания (гибридные комбинации сортов Табризи, Гара узюм, Гянджа гызыл узюму, Гара шаны, Гырмызы узюм, Новраст, Аг Дербенди, Мускат гамбургский, Гара пишраз с *V.v.sylvestris* Gmel, сорта Аг шаны с сортами Аг Халили, Табризи, Гара пишраз, Гара шаны, Мускат александрийский, Тайфи розовый, Мускат гамбургский, Молдова, сорта Тавквери с сортами Хиндогны, Гара лкени, Матраса, сорта Баянширей с сортами Сысаг, Алиготе, Семильон).

Таблица 1




Род и вид		Vitis vinifera L.	
Сорт винограда		АЗЕРИ	
Происхождение сорта		Азербайджан, гибридная форма	
OIV-603-1	Направление использования	1-столовый	
Основные дескрипторные показатели			
OIV 004	Интенсивность (плотность) паутинистого опушения верхушки	1	
OIV 051	Окраска верхней поверхности листьев (молодой лист)	1, или 2	
OIV 068	Количество лопастей листа	2, или 3	
OIV 070	Антоциановая окраска главных жилок верхней поверхности листа	1	
OIV 076	Форма зубчиков	3	
OIV 079	Форма черешковой выемки	9	
OIV 084	Плотность паутинистого опушения между главными жилками на нижней стороне листа	1	
OIV 087	Плотность щетинистого опушения главных жилок на нижней стороне листа	1	
OIV 223	Форма ягод	3	
OIV 225	Окраска кожицы	1	
Дескрипторные показатели по грозди и ягодам			
OIV 202	Гроздь: длина, без гребненожки	7, или 9-	
OIV 204	Плотность грозди	5	
OIV 206	Длина ножки грозди	5, или 7	
OIV 208	Гроздь: форма	2	
OIV 209	Гроздь: число крыльев первичной грозди	2 и 3	
OIV 220	Длина ягоды	7	
OIV 221	Ширина ягоды	5	
OIV 502	Масса одной грозди	5	
OIV 503	Средняя масса одной ягоды	5	
Дескрипторы по агробиологическим свойствам			
OIV 301	Время распускания почек	5	
OIV 303	Начало созревания ягод	5	
OIV 351	Сила роста побега	7	
OIV 504	Масса гроздей с м ² (урожайность)	7	
OIV 505	Содержание сахаров в сусле	5, или 7	



Таблица 2

Сорт	Гей-гел		Кяяз		Подарок Ше-махи	
	вид	<i>Vitis vinifera</i> L. гибридная форма	<i>Vitis vinifera</i> L. гибридная форма	4-технический	<i>Vitis vinifera</i> L. гибридная форма	4-технический
OIV-603-1		5		5		5
OIV 004		3		3		3
OIV 051		3		3		3
OIV 068		1		1-		1
OIV 070		2, или 3		2, или 3		2, или 3
OIV 076		3		3		3
OIV 079		1		1		1
OIV 084		1		1		1
OIV 087		2		2		2
OIV 223		5		6		6
OIV 225		7		7		5, или 7
OIV 202		5, или 7		5, или 7		5, или 7
OIV 204		5		5		3, или 5
OIV 206						
OIV 209		2		2		1, или 2
OIV 220		5, или 7		5, или 7		5, или 7
OIV 221		5		5		5
OIV 502		5		5		5
OIV 503		5		5-		5
OIV 301		5		5		5
OIV 303		5		5		5
OIV 351		7		7		5
OIV 504		7		7		7

Таблица 3

Сорт	Бахрали		Ширели		Гянджави	
	вид	<i>Vitis vinifera</i> L. гибридная форма 3-универсальный	<i>Vitis vinifera</i> L. гибридная форма 4-технических	<i>Vitis vinifera</i> L. гибридная форма 3-универсальный	<i>Vitis vinifera</i> L. гибридная форма 3-универсальный	
OIV-603-1						
OIV 004	1	1	1	1	1	
OIV 051	1, или 2	1, или 2	1, или 2	1, или 2	1, или 2	
OIV 068	3	3	3	3, или 5	3, или 5	
OIV 070	1	1-	1-	1	1	
OIV 076	3	3	3	3	3	
OIV 079	3	3	3	3	3	
OIV 084	1	1	1	1	1	
OIV 087	1	1	1	1	1	
OIV 223	2	2	2	2	2	
OIV 225	1	1	1	1	1	
OIV 202	7	7	7	7	7	
OIV 204	3, или 5	3, или 5	3, или 5	3, или 5	3, или 5	
OIV 206	3	3	3	3	3	
OIV 208						
OIV 209	1	1	1	1	1	
OIV 220	7	7	5, или 7	7	7	
OIV 221	5	5	5	5	5	
OIV 502	5	5	5	5	5	
OIV 503	5	5	5	5	5	
OIV 301	5	5	5	7	7	
OIV 303	5	5	5	5	5	
OIV 351	7	7	7	7, или 9	7, или 9	
OIV 504	7	7	7, или 9	9	9	
OIV 505	5, или 7	5, или 7	5	5, или 7	5, или 7	



Таблица 4

Сорт	Гарабулаги	Илхами	Иювди Новрасти
вид	<i>Vitis vinifera</i> L.	<i>Vitis vinifera</i> L.	<i>Vitis vinifera</i> L.
происхождение	гибридная форма	гибридная форма	гибридная форма
OIV-603-1	1-столовый	1-столовый	1-столовый
OIV 004	1	1, или 3	1, или 3
OIV 051	1, или 2	1, или 2	3, или 4
OIV 068	1, или 2	1, или 2	3, или 4
OIV 070	1	1	1
OIV 076	3	3	3
OIV 079	5, или 7	5	5, или 7
OIV 084	1	1	1
OIV 087	1	1	1
OIV 223	6	6	8
OIV 225	1	5	1
OIV 202	9	9	9
OIV 204	5, или 7	5, или 7	3, или 5
OIV 206	5	5	7
OIV 208			
OIV 209	2, или 3	2, или 3	3, или 4
OIV 220	7, или 9	7, или 9	7, или 9
OIV 221	5, или 7	5, или 7	7, или 9
OIV 502	7, или 9	7, или 9	7, или 9
OIV 503	5, или 7	5, или 7	5, или 7
OIV 301	5	5	5
OIV 303	3, или 5	3, или 5	1, или 3
OIV 351	7, или 9	7, или 9	7, или 9
OIV 504	7, или 9	7, или 9	7, или 9
OIV 505	7, или 9	5, или 7	7

Таблица 5

Сорт	Эмин	Махари	Бандаги
вид	<i>Vitis vinifera</i> L.	<i>Vitis vinifera</i> L.	<i>Vitis vinifera</i> L.
происхождение	гибридная форма	гибридная форма	гибридная форма
OIV-603-1	1-столовый	1-столовый	1-столовый
OIV 004	1, или 3	1	1, или 3
OIV 051	1, или 2	3	3
OIV 068	1, или 2	3, или 4	2, или 3
OIV 070	1	1	1
OIV 076	3	3	3
OIV 079	5	7	7
OIV 084	1	1	1
OIV 087	1	1	1
OIV 223	6	6	6
OIV 225	5	1	1
OIV 202	5, или 7	9	9
OIV 204	7, или 9	5	5
OIV 206	5	5	5
OIV 208	2	2	2
OIV 209	2, или 3	2, или 3	2, или 3
OIV 220	7, или 9	9	9
OIV 221	5, или 7	7	7
OIV 502	3, или 5	5, или 7	5, или 7
OIV 503	5, или 7	7	7
OIV 301	5	5	5
OIV 303	3	5	5, или 7
OIV 351	7, или 9	7, или 9	7, или 9
OIV 504	7, или 9	7	7, или 9
OIV 505	7, или 9	9	5, или 7



Исходя из селективных и хозяйственно ценных признаков, по каждой комбинации была определена структура популяции, выявлена закономерность перехода признаков и свойств в новое поколение, определены эффект гетерозиса и степень доминантности в гибридном поколении и уровень генотипического разнообразия. Было установлено, что по положительным признакам и свойствам формы гетерозисной природы образуются главным образом при скрещивании родительских форм различного происхождения и разных эколого-географических групп. Было выявлено, что по массе грозди в одной комбинации явление гетерозиса не наблюдалось, в восьми комбинациях наблюдался положительный, в пяти – отрицательный гетерозис; по урожайности в восьми комбинациях был отмечен положительный гетерозис, в шести – отрицательный, по сахаристости ягод в двенадцати комбинациях наблюдался положительный гетерозис, в двух – отрицательный. По признакам устойчивости к оидиуму в гибридных популяциях гетерозис наблюдался лишь в нескольких комбинациях. Положительный гетерозис был отмечен всего в трех комбинациях, а в одной комбинации явления гетерозиса вообще не наблюдалось. При исследовании степени доминантности наследования признаков у гибридных комбинаций было выявлено, что по массе грозди в семи комбинациях наблюдалась положительная доминантность, в одной – отрицательная, в шести – промежуточная; по урожайности куста в пяти комбинациях была отмечена отрицательная доминантность, в двух – промежуточная, в семи – положительная; по сахаристости ягод в одиннадцати комбинациях доминантность носила положительный, в двух – отрицательный, а в одной – промежуточный характер.

Несмотря на то, что в гибридных формах, полученных путем гибридизации местных азербайджанских сортов, эффект гетерозиса по содержанию сахара в ягодах проявился довольно слабо, при скрещивании их с сортами иностранного происхождения, принадлежащих к разным эколого-географическим группам (*convar pontica* Negr., *convar occidentalis* Negr.) Европейско-Азиатского вида (*Vitis vinifera* L.), таких как Тавквери, Алиготе, Семилон, Мускат Александрийский, Тайфи розовый, наблюдалось образование довольно большого количества гибридных форм с эффектом гетерозиса.

В результате оценки гибридных популяций из 76 перспективных форм столового

направления и 24 технических форм первоначально были выделены 22 формы с хозяйственно и селекционно ценными признаками.

В формате МСРД (на основе ампелодескрипторов МОВВ) приведены ампелодескрипторные признаки 13 гибридных сортов с завершённой селекцией, выявленных в результате отбора, изучения и оценивания гибридных форм положительной гетерозисной природы в полученных гибридных популяциях (табл. 1–5).

Список литературы

1. Банова И. В., Волынкин В. А. Изменчивость продуктивности в гибридных популяциях винограда // Виноградарство и виноделие. 2012. № 1. С. 5–6.
2. Волынкин В. А., Клименко В. П., Олейников Н. П. Кодирование селективируемых признаков при выведении сортов винограда // Виноградарство и виноделие. 1994. № 2. С. 35–40.
3. Гетерозис и корреляция зависимости при селекции винограда / П. Я. Голодрига [и др.] // Селекция винограда. 1974. С. 225–235.
4. Гетерозис у винограда / П. Я. Голодрига, В. А. Драновский, Ю. А. Мальчиков, И. А. Суятинов // Вопросы виноградарства и виноделия. Симферополь, 1971. С. 21–22.
5. Ампелография Азербайджана / В. М. Кулиев [и др.]. Баку : Муаллим, 2017. 740 с.
6. Масюкова О. В. Методы селекционно-генетических исследований плодовых пород. Кишинев : Штиинца, 1973. 48 с.
7. Панахов Т. М., Салимов В. С. Сорта винограда Азербайджана. Баку : Муаллим, 2012. 288 с.
8. Гетерозис и наследование хозяйственно ценных биологических и технологических признаков сеянцами винограда в гибридных популяциях / Т. М. Панахов, В. С. Салимов, А. М. Алиева, Х. Т. Абасова // Виноделие и виноградарство. 2010. № 2. С. 39–41.
9. Панахов Т. М., Салимов В. С., Зари А. М. Виноградарство в Азербайджане. Баку : Муаллим, 2010. 224 с.
10. Салимов В. С. Ампело-дескрипторные показатели некоторых местных сортов винограда Азербайджана // Виноделие и виноградарство. 2016. № 6. С. 30–34.
11. Салимов В. С. Методы ампелографического исследования генотипов винограда. Баку : Муаллим, 2014. 184 с.
12. Салимов В. С., Шукюров А. С., Асадуллаев Р. А. Изучение биотипов и клонов

некоторых кишмишных сортов винограда Азербайджана // Виноделие и виноградарство. 2016. № 1. С. 37–43.

13. Студенников Н. Л. Проявление гетерозиса по хозяйственно-биологическим признакам у сеянцев винограда в популяции Магарач № 31-77-10 х Адиси // Виноградарство и виноделие. 2009. № 1. С. 7–9.

14. Трошин Л. П., Маградзе Д. Н. Ампелографический скрининг генофонда винограда. Краснодар : КГАУ, 2013. 120 с.

15. Multi-Crop Passport Descriptor (MCPD). – FAO/Bioversity: Rome, 2012. V. 2. 11 p. Available at : <http://www.bioversityinternational.org>.

16. Salimov V., Musayev M., Asadullayev R. Ampelographic characteristics of Azerbaijani local grape varieties // VITIS. 2015. 54. p. 121–123.

Салимов Вугар Сулейман, д-р с.-х. наук, заведующий отделом, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, Азербайджанская Республика, г. Баку.

E-mail: vugar_salimov@yahoo.com.

Гусейнов Мовлуд Арастун, канд. техн. наук, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, Азербайджанская Республика, г. Баку.

E-mail: movludh@mail.ru.

Насибов Хикмет Насир, канд. с.-х. наук, заведующий отделом, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, Азербайджанская Республика, г. Баку.

E-mail: khikmet@mail.ru.

Асадуллаев Рауф Айдын, канд. с.-х. наук, замдиректора НИИВиВ, Научно-исследовательский институт виноградарства и виноделия, Азербайджанская Республика, г. Баку.

E-mail: raufasad@mail.ru.

* * *

УДК 633.112.9:631.53.027.3

ЭФФЕКТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОСЕВНЫЕ КАЧЕСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ ТРИТИКАЛЕ (TRITICOSECALE WITTMACK)

Ю. В. Тертышная, Н. С. Левина, А. Ю. Измайлов

В работе представлены результаты влияния лазерного излучения на посевные свойства семян и урожайность ярового тритикале (*Triticosecale Wittmack*) сорта «Кармен». Эксперимент проводили при длине волн $\lambda = 890$ и 670 нм, частотах 280, 2000 и 3000 Гц и непрерывном воздействии. Время экспозиции составляло 10, 30 и 120 с. Вариантов опытов было 8, результаты которых сравнивали с контрольными необлученными образцами. Лабораторный эксперимент по определению всхожести и энергии прорастания тритикале проводился в 4 повторностях. Установлено, что наибольшие показатели энергии прорастания и всхожести – 86,5 и 92% соответственно, были получены при длине волны 890 нм, частоте 3000 Гц и времени воздействия лазерного излучения 120 с. Полевой опыт по определению влияния лазерного излучения на урожайность и ее структурные элементы был проведен на полях Владимирского НИИСХ (Россия). Урожай с опытных делянок убирали вручную в один день. Здесь, как и в лабораторном опыте, более высокие показатели наблюдали при длине волны 890 нм. При частоте 2000 и 3000 Гц и времени 120 с были получены максимальные величины массы колоса 1,68 и 1,70 г, а также количество зерновок в колосе 40 и 39 штук соответственно. Показана наибольшая продуктивность стебля по сравнению с контрольным образцом при воздействии длины волны 890 нм и частотах 2000 и 3000 Гц (1,71 и 1,78 соответственно). Основной показатель – урожайность – оказался наивысшим при длине волны 890 нм, частоте 2000 Гц и 120 с и составил 63,8 ц/га, что на 26% выше по сравнению с контролем.

Ключевые слова: семена тритикале, *Triticosecale Wittmack*, лазерное излучение, всхожесть, энергия прорастания, урожайность.

Зерновые культуры являются приоритетными во многих аграрных странах. На качество сельскохозяйственной продукции оказывают влияние многие факторы [1–3]. Однако наиболее важным является качество семян. Именно этот показатель определяет, насколько растение будет сильным и плодородным, а его плод здоровым и лежким. Поэтому применение методов обработки семян с целью их стимулирования является важным резервом повышения их посевных качеств и элементов структуры урожая [4, 5]. В научной литературе имеется большой объем сведений о применении физических методов энергетического воздействия на семена

различных культур, активирующих кущение, повышающих всхожесть и увеличивающих урожайность [6]. Несмотря на огромный опыт, начиная с 1960-х годов, так и остались вопросы в изучении механизмов воздействия электрофизических факторов на семена различных сельскохозяйственных культур [7].

В настоящее время для улучшения качества семян широко используется предпосевная обработка семян по специальным технологиям [8, 9], в которых используются физические методы воздействия на растения. Считается также, что физические воздействия экологичнее химических, поскольку загрязнения окружающей

среды практически не происходит. Многие исследователи изучают воздействие электромагнитного поля [10] и УФ-излучения на семенной материал культурных растений [11, 12]. Облучение семян растений часто приводит к росту посевных качеств, таких как всхожесть и энергия прорастания, а также к улучшению морфологических параметров растения, что ведет к росту урожайности [13, 14]. Однако в ряде случаев такая обработка приводит к проявлению не положительного, а отрицательного эффекта. Последнее обусловлено тем, что в живых организмах растений происходит обмен веществ, неразрывно связанный с обменом энергии. Любой организм, его органы, ткани и клетки при недостатке энергии прекращают рост, в них прекращаются процессы новообразования, процессы передвижения химических соединений [15]. Существуют многочисленные факторы, устанавливающие причинно-следственные связи между поглощаемой энергией источника излучения, восприятия этой энергии и той ее долей, которая перерабатывается различными органами растения, или эффективной дозой облучения, а также типа процесса, на который направлено энергетическое воздействие [16, 17].

Неоднозначность превращения энергии в биосистемах, в том числе в растениях, прежде всего обусловлена определенными откликами биосистем на воздействия излучений различной когерентности, мощности, длиной волны вследствие разных механизмов физических явлений, которые реализуются в облученном растении [18, 19].

Среди энергетических воздействий высокой экономичностью, технологичностью и экологической безопасностью обладает лазерное излучение [20, 21]. В настоящее время накоплен материал по изучению влияния лазерного

излучения на различные сельскохозяйственные культуры [22–24].

Одним из факторов, сдерживающих развитие лазерных агротехнологий, является отсутствие широкомасштабного применения специализированных технических средств, их реализации из-за слабой проработки технологических приемов воздействия излучения на растения. Для создания таких технологий необходимо более широко изучить ответную реакцию растительных организмов на воздействие лазерного излучения не только в лабораторном опыте, но и в полевых условиях.

Цель данной работы – изучить зависимость посевных свойств ярового тритикале (*Triticosecale Wittmack*) сорта «Кармен» от длины волны, времени и частоты воздействия лазерного излучения, а также провести полевой опыт и оценить урожайность при определенных параметрах лазерного излучения.

Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследований применялись семена ярового тритикале (*Triticosecale Wittmack*) сорта «Кармен».

Опыт проводился в естественных условиях окружающей среды при $T = 20 \pm 2$ °С и влажности семян 12,0–12,5%. Семена были расположены горизонтально в один слой по 100 штук бороздкой вверх (количество повторностей – 4) и обработаны с использованием экспериментальной установки лазерного излучения с длинами волн 670 и 890 нм, изготовленной во Всероссийском научно-исследовательском институте механизации сельского хозяйства (Россия), при различных частотах и продолжительности облучения. Плотность мощности составляла 10 мВт/см². Параметры облучения представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры облучения образцов

№ образцов	Длина волны λ , нм	Частота экспозиции, Гц	Время экспозиции τ , с
1	890	280	10
2	890	280	30
3	890	280	120
4	670	280	10
5	670	280	30
6	670	280	120
7	890	2000	120
8	890	3000	120
9	контрольные (необлученные) образцы		



Для проведения аналитических работ было задействовано следующее оборудование: анализатор цельного зерна и семян Infratec – 1241 (Foss, Швеция), счетчик семян Contador в комплекте с блоком отбора проб Contafill (Pfeuffer, Германия), сушильный шкаф UFB 400 (Memmert, Германия), весы аналитические LA 230S (Sartorius, Германия), весы лабораторные серии GF-3000 (AND, Япония).

Энергию прорастания и всхожесть семян определяли в соответствии с методикой, изложенной в ГОСТ 12038-84 [25]. Семена проращивали в термостате типа LP-113 («Labor Muszeripari Muvek Esztergom», Венгрия) в темноте, в чашках Петри на фильтровальной бумаге. Повторность – четырехкратная. В каждой пробе было по 100 семян. Энергию прорастания определяли на 4-е сут., всхожесть – на 7–8-е сут.

Определение влажности проводилось согласно ГОСТ 12041-82 [26]; массы 1000 зерен по ГОСТ 10842-89 [27].

Полевой опыт по оценке влияния лазерного облучения семян тритикале на урожайность был заложен и проведен в 2015 году на полях ФГБНУ Владимирского НИИСХ (Россия). Климат Суздальского района Владимирской области характерен для Центрального района Нечерноземной зоны. Он оценивается как умеренно-континентальный, умеренно влажный. Среднегодовое количество осадков 525–650 мм, в том числе 240–260 мм за период активной вегетации. Аномалий в виде града или снега в период полевого опыта не наблюдалось.

Для проведения полевого эксперимента был подготовлен опытный участок, который был разделен на делянки. Метод размещения вариантов опыта по делянкам в повторностях – систематический. Вдоль длинных сторон делянки были выделены боковые защитные полосы шириной 0,25 м для исключения влияния растений соседних вариантов. Концевые защитные полосы предохраняли учетные части делянок от случайных повреждений. Опыт проводился в 3-кратной повторности. Почва серая лесная среднесуглинистая. Содержание подвижного калия – 122 мг/кг, подвижного фосфора 159 мг/кг, гумуса 2,5–2,8%, pH = 5,5–5,7.

Урожай с учетных делянок убирался вручную в один день. Перед уборкой были убраны все растения с концевых и боковых защитных полос.

В процессе уборки растения очищали от земли, срезали корневую систему и формировали снопы для каждой делянки. Снопы нумеро-

вали в соответствии с номером делянки. Полученные снопы были доставлены в лабораторию для проведения исследований.

Полученные экспериментальные данные позволили рассчитать урожайность семян тритикале с каждой делянки площадью 0,15 м² и продуктивность стеблей. Расчет урожайности семян проводили по формуле [28]:

$$y = \frac{M \cdot (100 - B) \cdot (100 - C)}{S(100 - B_{\text{ст}}) \cdot 100},$$

где Y – урожай при стандартной ($B_{\text{ст}} = 14\%$) влажности, т/га;

M – масса семян с делянки, кг;

S – учетная площадь делянки, м²;

B – влажность семян при взвешивании урожая, %;

$B_{\text{ст}}$ – стандартная влажность семян, %;

C – засоренность семян, %.

Для статистической обработки данных использовали программное обеспечение Statistica 8.0 (Dell Software Inc., США) и Microsoft Excel 2007. Результаты экспериментов представлены в виде средней арифметической величины (X) и ее стандартной ошибки (x).

Результаты исследований

Лабораторный опыт

В лабораторных условиях определили энергию прорастания и всхожесть необлученных и облученных лазерным излучением семян тритикале (*Triticosecale Wittmack*). Анализ полученных данных показал, что значение величины энергии прорастания и всхожести необлученных семян (75 и 82% соответственно) ниже, чем для облученных образцов (рис. 1).

Эффект подобной стимуляции, связанный с облучением светом лазера, предполагается, имеет два ответа, разобобщенных во времени. Это первичное стрессовое воздействие, выражающееся в повышении количества продуктов перекисного окисления. И более длительные вторичные реакции, связанные с адаптивными изменениями метаболизма и приводящие к стимуляции морфогенетических процессов [29].

Максимальное увеличение энергии прорастания и всхожести облученных семян по сравнению с исходными составило 11,5 и 10% соответственно при длине волны 890 нм и частоте 3000 Гц. Согласно лабораторному эксперименту, на посевные качества семян влияет совокупность параметров лазерного воздействия. Так, наиболее высокие значения энергии

прорастания и всхожести соответствуют длине волны $\lambda = 890$ нм, частоте – 280 Гц и времени, равному 10 с (86,5 и 88,8%) и частоте – 3000 Гц и времени облучения, равного 120 с при той же длине волны (86,5 и 92%). Важно отметить, что при обеих длинах волн 890 и 670 нм независимо от частоты излучения, с увеличением времени воздействия посевные свойства снижаются (образцы 1–3 и 4–6 на рис. 1). Далее будет понятно, сохранится ли подобная закономерность при полевом опыте.

Полевой опыт

Как известно, урожайность культуры складывается из ряда ее структурных элементов. На рисунке 2 приведены величины массы снопа, зерна в снопе и урожайности тритикале.

В таблице 2 приведены средние значения урожайности по вариантам опыта. Заметно, что присутствуют как положительные, так и отрицательные значения урожайности облученных семян тритикале, что свидетельствует о различном влиянии режимов обработки.

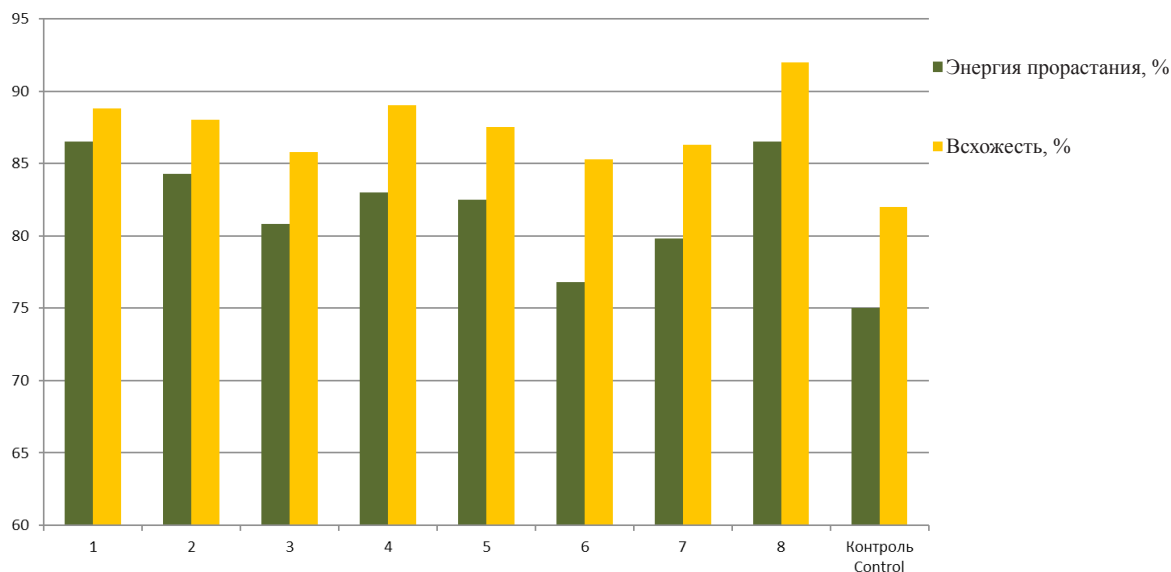


Рис. 1. Энергия прорастания и всхожесть семян тритикале (*Triticosecale Wittmack*), полученных при различных параметрах лазерного излучения. Стандартная ошибка не превышала 5%

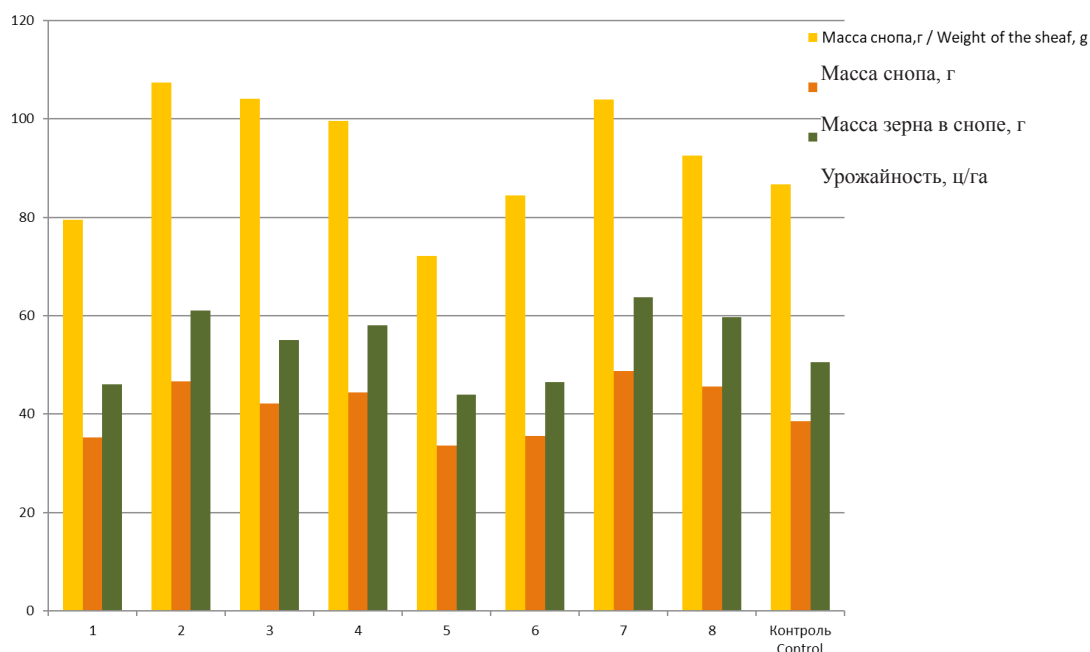


Рис. 2. Динамика распределения массы снопа, массы зерна в снопе и урожайности семян тритикале (*Triticosecale Wittmack*) после их предпосевной лазерной обработки с различной длиной волны, частотой импульсов и временем воздействия. Стандартная ошибка не превышала 5%



Анализ экспериментальных данных, приведенных в таблицах 2, 3 и на рисунке 2, показал, что наименьшее значение урожайности (43,9 ц/га) было получено при длине волны 670 нм при непрерывном облучении в течение 30 с, наивысшие показатели урожайности (табл. 2) получены при длине волны 890 нм при частоте 280 Гц в течение 30 с (61,1 ц/га) и при частоте 2000 Гц в течение 120 с (63,8 ц/га). При параметрах облучающего устройства $\lambda = 890$ нм при частоте 2000 и 3000 Гц была получена максимальная величина массы ко-

лоса, равная 1,68 и 1,70 г, а также высокое количество зерновок в колосе, составившее 40 и 39 штук соответственно. При оценке влияния лазерного облучения семян на качественный показатель – масса 1000 зерен (M_{1000}) установлено, что практически для всех семян, собранных с опытных делянок, этот показатель оказался близок к контролю. Максимальное отклонение значений M_{1000} зерен от контрольной величины (43,4 г) составило: 4,27 г при непрерывном облучении в течение 120 с при длине волны, равной 670 нм.

Таблица 2 – Влияние параметров лазерного облучения на урожайность семян тритикале (*Triticosecale Wittmack*)

№ образцов	Урожайность семян ц/га	Δ	
		ц/га	%
1	46,07±1,45	-4,47	-8,84
2	61,06±0,98	10,52	20,81
3	55,05±1,13	4,51	8,92
4	58,13±1,88	7,59	15,02
5	43,90±1,03	-6,64	-13,14
6	46,52±1,63	-4,02	-7,95
7	63,80±1,28	13,26	26,23
8	59,67±1,33	9,14	18,08
9	50,54±1,04	–	–

Примечание: Δ – отклонение урожайности облученных семян тритикале от контрольных значений необлученных семян в ц/га и %.

Таблица 3 – Влияние предпосевной лазерной обработки семян тритикале (*Triticosecale Wittmack*) на структурные элементы урожайности

№ образцов	Кол-во зерновок в колосе, шт.	Кол-во зерновок в снопе, шт.	Масса колоса, г	Масса 1000 зерен, г	Продуктивность стебля, г
1	35,0±1,06	814,3±32,8	1,53±0,06	40,7±0,97	1,57±0,09
2	38,0±1,46	1058,0±33,5	1,67±0,08	43,3±1,23	1,68±0,08
3	36,0±1,38	1037,3±28,7	1,45±0,07	39,7±0,66	1,48±0,07
4	36,0±1,60	1033,8±24,6	1,53±0,09	42,3±1,45	1,51±0,05
5	36,0±1,23	748,5±22,3	1,60±0,08	42,7±1,18	1,60±0,08
6	34,0±1,08	911,5±31,5	1,32±0,02	39,1±0,88	1,31±0,009
7	40,0±1,12	1025,0±20,2	1,68±0,03	42,2±0,06	1,71±0,02
8	39,0±1,05	1130,0±18,4	1,70±0,01	43,4±0,08	1,78±0,007
9	35,0±1,48	883,0±23,7	1,55±0,06	43,4±0,98	1,57±0,07

Что касается такого показателя, как продуктивность стеблей, то по сравнению с контролем наибольшее значение этого показателя (1,78) было получено при длине волны 890 нм, частоте импульсов 3000 Гц и времени облучения в течение 120 с.

Почему именно при воздействии $\lambda = 890$, а не 670 нм наблюдаются такие эффекты, ответить однозначно сложно. До сих пор нет единой универсальной теории или механизма действия лазерного излучения. Существуют представления о биорегуляторной роли когерентных электромагнитных волн через биоэлектрические поля и межклеточные взаимодействия [30, 31]. Часто говорится о том, что основная мишень лазерного излучения – мембраны клеток. В этом случае главная роль отводится липидным и белковым компонентам. Поскольку ферменты играют важную роль как в транспортных процессах, так и в процессах адаптации к неблагоприятным условиям, во многих работах изучено и показано, что активность H^+ -пирофосфатазы в результате облучения повышается, а H^+ -АТФазы снижается. Подобное снижение может быть одним из проявлений неспецифической реакции клеток на стресс [32].

Следующая концепция предполагает, что эффект лазерного излучения связан с активацией фитохрома. Определено, что фитохром участвует в регуляции окислительного и фотосинтетического фосфорилирования, а также генерации мембранного потенциала [33]. Поглощенная энергия влияет на преобразования в клетке через систему мембранных структур, и здесь особая роль отводится воде. Считается, что под действием лазерного облучения уменьшается микровязкость водной среды и меняется проницаемость мембран. Вышеуказанные изменения в клетках могут приводить к увеличению скорости водообмена и интенсификации метаболических процессов, что в итоге приводит к повышению энергии прорастания и всхожести облученных семян [34].

В рамках данной работы можно говорить о том, что длина волны излучения играет немаловажную роль, поскольку именно энергия фотона активизирует процессы, приводящие к энергетическим и биохимическим превращениям. Влияет ли длина волны на микровязкость водной среды в клетке, диффузию воды или на структуру липидов, это предстоит выяснить в последующих исследованиях.

Выводы

Длина волны 890 нм не получила широкого применения в практике энергетических воздействий на семенной материал сельскохозяйственных культур. Представленные исследования дают возможность получить новые знания в области использования лазерного излучения в технологии предпосевной обработки семян. Проведенные эксперименты в лабораторных и в полевых условиях показали положительное влияние лазерного облучения на семена тритикале при определенных параметрах времени и частоты и $\lambda = 890$ нм. Предпосевная биоактивация семян лазерным излучением с длиной волны 890 нм положительно влияет на энергию прорастания и всхожесть, а также на урожайность тритикале (*Triticosecale Wittmack*). При воздействии $\lambda = 890$ нм и частоты 3000 Гц в течение 120 с всхожесть увеличилась на 10% по сравнению с контрольным образцом.

Результаты полевого опыта и экспериментальной оценки влияния лазерного облучения на урожайность семян тритикале показали, что наибольшее приращение урожайности (13,26 ц/га) по сравнению с контролем получено при длине волны 890 нм, частоте 2000 Гц и времени облучения в течение 120 с.

Список литературы

1. Effect of aluminum on cell wall, plasma membrane, antioxidants and root elongation in triticale / Q. Liu [et al.] // Biol. Plant. 2008. V. 52. P. 87–92.
2. Kataria S., Baghel L., Guruprasad K. N. J. Alleviation of Adverse Effects of Ambient UV Stress on Growth and Some Potential Physiological Attributes in Soybean (*Glycine max*) by Seed Pre-treatment with Static Magnetic Field // Plant Growth Regul. 2017. V. 36. P. 550–565.
3. Устойчивость тритикале к основным возбудителям болезней, распространенным в северо-западном регионе Российской Федерации / Л. Е. Колесников, Э. А. Власова, Е. Ю. Фунтикова, Ю. Р. Колесникова // Сельскохозяйственная биология. 2013. № 3. С. 110–116.
4. Влияние лазерного излучения на семена гороха / Б. В. Иванов [и др.] // Аграрная наука. 2001. № 5. С. 28–29.
5. Yakushev V. P., Mikhailenko I. M., Dragavtsev V. A. Reserves of agrotechnologies and breeding for cereal yield increasing in Russian Federation // Agricultural biology. 2015. T. 50. № 5. P. 550–560.



6. Suchorska K. Laser radiation as a factor stimulating *Datura innoxia* Mill, and *Atropa belladonna* L. seed germination // *Annal of Warsaw agricultural university*. 1989. № 15. P. 9–12.
7. Robb F. T., Hauman J. H., Peak M. J. Similar spectra for the inactivation by monochromatic light of two distinct leucine transport systems in *Escherichia coli* // *Photochem. Photobiol.* 1978. Vol. 27. P. 456–469.
8. Hirota N., Nakagawa J., Koichi K. Effects of a magnetic field on the germination of Plants. *J. Appl. Phys.* 1999. 85: 5717-5719.
9. Effects of light emitting diode high intensity on growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and broccoli (*Brassica oleracea* L.) seedlings / G. P. Pardo, C. H. Aguilar, F. R. Martínez, M. M. Canseco. *Annu. Res. Rev. Biol.*, 2014, 19: 2983-2994.
10. Rakosy-Tican L., Aurori C. M., Morariu V. V. Influence of near null magnetic field on in vitro growth of potato and wild *Solanum* species // *Bioelectromagnetics*. 2005. V. 26. P. 548–557.
11. Тертышная Ю. В., Левина Н. С., Елизарова О. В. Воздействие ультрафиолетового излучения на всхожесть и ростовые процессы семян пшеницы // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. 2017. № 2. С. 31–36.
12. Kovács E., Keresztes Á. Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. *Micron*. 2002, 33: 199–210.
13. Посевные качества семян мягкой яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) при разных режимах воздействия низкочастотным электромагнитным полем / Н. С. Левина [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. 2017. Т. 52. № 3. С. 580–587.
14. Podleśny J. The effect of seed irradiation with laser and plant desiccation on yielding and quality features of white lupine seeds // *Acta Agrophysica*. 2007. V. 9. Is. 3. P. 733–745.
15. Mathur S., Jajoo A. Investigating deleterious effects of ultraviolet (UV) radiations on wheat by a quick method // *Acta Physiol. Plant*. 2015. V. 37. P. 121.
16. A cell-free system for light-dependent nuclear import of phytochrome / A. Pfeiffer [et al.] // *Plant J.*, 2009. V. 57. P. 680–689.
17. Effect of laser light treatment on some biochemical and physiological processes in seeds and seedlings of white lupine and faba bean / J. Podleśny, A. Stochmal, A. Podlesna, L. E. Misiak // *Plant Growth Regul.* 2012. V. 67. P. 227–233.
18. Fluorescence parameters as an early indicator of light stress in barley / M. H. Kalaji, R. Carpentier, S. I. Allakhverdiev, K. Bosa // *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.* 2012. V. 112, p. 1–6.
19. Photosynthetic apparatus activity in relation to high and low contents of cell wall-bound phenolics in triticale under drought stress / K. Hura, A. Ostrowska, K. Dziurka, T. Hura // *Photosynthetica*. 2017. V. 55. Is. 4. P. 698–701.
20. Lichtenthaler H. K., Buschmann C., Knapp M. How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease ratio RfD of leaves with the PAM fluorometer // *Photosynthetica*. 2005. V. 43. P. 379–393.
21. Chen Y. P., Jia J. F., Yue M. Effect of CO₂ laser radiation on physiological tolerance of wheat seedlings expose to chilling stress // *Photochem Photobiol.* 2010. V. 86. P. 600–605.
22. Muszyński S., Gładyszewska B. Representation of He–Ne laser irradiation effect on radish seeds with selected germination indices // *Int Agrophys.* 2008. V. 22. P. 151–157.
23. Chen Y. P., Liu Q. Effect of laser irradiation and ethylene on chilling tolerance of wheat seedlings // *Russ J Plant Physiol.* 2015. V. 62. P. 299–306.
24. Panayotov N., Stoeva N. Seed quality and some physiological behaviours in presowing treatment of carrot seeds. *Progress in botanical research: Tsekos I., Moustakas M.*, 1998. P. 345–348.
25. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Введен 01.07.86. М., 2011.
26. ГОСТ 12041-82. Семена сельскохозяйственных культур. Метод определения влажности. Введен 01.07.83. М., 2004.
27. ГОСТ 10842-89. Зерно зерновых и бобовых культур и семена масличных культур. Метод определения массы 1000 зерен или 1000 семян. Введен 01.07.91. М., 2001.
28. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. Изд. 5-е. М. : Колос, 1985. С. 351.
29. Effect of laser light treatment on some biochemical and physiological processes in seeds and seedlings of white lupine and faba bean / J. Podleśny [et al.] // *Plant Growth Regul.* 2012. V. 67. P. 227–233.
30. Будаговский А. В. Дистанционное межклеточное взаимодействие. М. : НПЛЦ «Техника», 2004. 104 с.
31. Будаговский А. В., Туровцева Н. М., Будаговский И. А. Когерентные электромагнитные поля в дистанционном межклеточном взаимодействии // *Биофизика*. 2001. Т. 46. № 5. С. 894–900.

32. Davies J. Vacuolar energization: pumps, shunts and stress // J. Exp. Botany. 1997. V. 48. № 308. P. 633–641.

33. Кузнецов В. В., Дмитриева Г. А. Физиология растений. М. : Высш. шк., 2005. 736 с.

34. Samuilov F. D., Garifullina R. L. Effect of laser irradiation on microviscosity of aqueous medium in imbibing maize seeds as studied with a spin probe method // Russian Journal of Plant Physiology. 2007. T. 54. № 1. P. 128–131.

Тертышная Юлия Викторовна, канд. хим. наук, старший научный сотрудник, Институт биохимической физики им. Н. М. Эмануэля Российской академии наук.

E-mail: moraxella@bk.ru.

Левина Нелли Семеновна, старший специалист, ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ».

E-mail: Levina_vim@mail.ru.

Измайлов Андрей Юрьевич, д-р техн. наук, академик РАН, директор ФГБНУ «Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ».

E-mail: vim@vim.ru.

* * *

УДК 635.21:631.5

ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ АГРОТЕХНИКИ КАРТОФЕЛЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ И ПРИГОДНОСТЬ КЛУБНЕЙ К ПЕРЕРАБОТКЕ**А. А. Васильев, О. В. Гордеев, Р. Р. Латыпов**

Изучено влияние различных приемов агротехники картофеля на формирование ассимиляционной поверхности листьев, продуктивность и качество клубней сорта Тарасов в условиях лесостепи Челябинской области. В период исследований урожайность картофеля зависела от уровня минерального питания (вклад фактора – 46,9%), протравливания семенного материала (29,5%), густоты посадки (20,3%) и взаимодействия факторов АВ (протравливание клубней и густота посадки – 1,6%). Установлено оптимальное сочетание агротехнических приемов, обеспечивающее наибольшую пригодность урожая сорта Тарасов к производству хрустящего картофеля (чипсов): загущенная схема посадки (75×19 см) и протравливание семенного материала ТМТД-плюс (3 л/т). Содержание редуцирующих сахаров при этом составляло 0,15–0,17%, отход при очистке клубней – 10,1–10,6%, потемнение мякоти сырых и вареных клубней было слабым (соответственно 8,3–8,6 и 7,3–7,8 балла), а урожайность картофеля варьировала в пределах от 23,34 до 37,29 т/га в зависимости от уровня питания. Применение сбалансированных норм минеральных удобрений в расчете на планируемый урожай 25 и 40 т/га на фоне протравливания семенного материала и загущенных посадок картофеля не снижало пригодность клубней к переработке на чипсы, повышая урожайность соответственно на 34,3 и 59,5% по сравнению с контролем (без удобрений). Загущение посадок с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га способствовало повышению продуктивности картофеля в среднем на 4,41 т/га (19,2%), содержания в клубнях сухого вещества и крахмала – на 0,28 и 0,17% соответственно. Аналогичное влияние оказывало протравливание семенных клубней во время посадки: урожайность картофеля возрастала в среднем на 5,31 т/га (или 23,6%), крахмалистость клубней – на 0,30%, содержание сухого вещества в клубнях – на 0,35%. Как следствие загущение посадок в сочетании с протравливанием семенного материала повышало пригодность клубней сорта Тарасов к производству хрустящего картофеля.

Ключевые слова: картофель, урожайность, хрустящий картофель, сухое вещество, крахмалистость, пригодность к переработке.

Картофель (*Solanum tuberosum* L.) ввиду социальной значимости является важнейшей сельскохозяйственной культурой России. Опыт зарубежных стран доказывает экономическую целесообразность переработки клубней в стойкие при хранении продукты. Объемы переработки картофеля в нашей стране пока не превышают 1%, тогда как в США и ряде развитых стран Западной Европы на эти цели идет до 60% продовольственного картофеля [1]. Основными критериями пригодности картофеля к переработке являются содержание в клубнях сухого вещества, крахмала, аскорбиновой кислоты, редуцирующих сахаров, а также потем-

нение мякоти в сыром и вареном виде. Большое значение при этом придается вопросам оптимальной температуры хранения картофеля (6–10 °С). Хранение при более низких температурных режимах приводит к накоплению в клубнях редуцирующих сахаров, что ухудшает качество продовольственного картофеля и продуктов его переработки [2]. Популярный вид готовых продуктов – хрустящий картофель. В 100 г такого продукта содержится в среднем 570 ккал, что эквивалентно 400–500 г свежего картофеля [3]. Эффективность картофелеперерабатывающего производства определяется качеством сырья, поступающего на переработку,

которое в свою очередь зависит от сорта и технологий возделывания картофеля [4].

В 2009 г. в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Уральскому региону, внесен среднеспелый сорт картофеля Тарасов селекции Южно-Уральского научно-исследовательского института садоводства и картофелеводства. К достоинствам этого сорта относятся высокая продуктивность, засухоустойчивость и жаростойкость, устойчивость к болезням и пригодность клубней к переработке (хрустящий картофель) [5].

Цель исследований – изучить влияние приемов агротехники картофеля на урожайность и качество клубней сорта Тарасов, определить оптимальное сочетание агроприемов, обеспечивающее наибольшую пригодность клубней к промышленной переработке.

Материал и методы исследования

Исследования проведены в 2012–2014 гг. на опытном поле ЮУНИИСК – филиал ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН. Предшественник картофеля – чистый пар. Почва опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый с содержанием гумуса (по Тюрину) – 5,9–6,3%, легкогидролизуемого азота (по Тюрину и Кононовой) – 7,0–7,9 мг/100 г почвы, подвижного фосфора (по Чирикову) – 11,8–12,4 мг/100 г, обменного

калия (по Чирикову) – 19,3–20,0 мг/100 г почвы, рН_{сол} – 5,12–5,28. Клубни сорта Тарасов массой 50–80 г. Срок посадки – вторая декада мая. Глубина посадки – 6–8 см.

Схема опыта

Фактор А – протравливание семенного материала: 1. Без протравливания (контроль); 2. ТМТД-плюс (3 л/т).

Фактор В – густота (схема) посадки: 1. 49 тыс. клубней на 1 га (75×27 см); 2. 70 тыс./га (75×19 см).

Фактор С – уровень питания: 1. Без удобрений (контроль); 2. Минеральные удобрения в расчете на урожай 25 т/га (в среднем за 3 года – N₆₃ P₆₄ K₆₆); 3. Минеральные удобрения в расчете на урожай 40 т/га (N₁₇₀ P₁₈₀ K₂₄₀).

Метеорологические условия различались по годам исследований. По величине гидротермического коэффициента (по Селянинову) вегетационный период (май–сентябрь) 2012 г. признан засушливым (ГТК = 0,79), 2013 г. – недостаточно влажным (ГТК = 1,19), 2014 г. – достаточно влажным (ГТК = 1,60).

Результаты исследований

Приемы агротехники оказывали заметное влияние на полевую всхожесть картофеля и сохранность растений к началу уборки (табл. 1).

Таблица 1 – Полевая всхожесть и сохранность растений картофеля сорта Тарасов к началу уборки (среднее за 2012–2014 гг.)

Протравливание (А)	Схема посадки (В)	Дозы внесения минеральных удобрений (С)	Полевая всхожесть, %	Густота всходов, тыс./га	Сохранность к уборке, %	Густота перед уборкой, тыс./га
Без протравливания	75×27 см	Без удобрений	92,2	45,52	98,3	44,75
		На урожай 25 т/га	95,5	47,16	98,4	46,41
		На урожай 40 т/га	93,3	46,08	98,4	45,37
	75×19 см	Без удобрений	86,7	60,82	98,4	59,85
		На урожай 25 т/га	89,5	62,81	98,2	61,71
		На урожай 40 т/га	86,8	60,89	98,5	60,00
ТМТД-плюс (3 л/т)	75×27 см	Без удобрений	96,7	47,73	98,9	47,20
		На урожай 25 т/га	97,5	48,15	98,8	47,56
		На урожай 40 т/га	98,5	48,65	99,0	48,18
	75×19 см	Без удобрений	93,4	65,57	98,9	64,82
		На урожай 25 т/га	94,7	66,47	98,9	65,73
		На урожай 40 т/га	94,7	66,46	99,0	65,79
НСР ₀₅			2,5	1,50	0,7	1,73
НСР ₀₅ (А, В)			1,0	0,61	0,3	0,70
НСР ₀₅ (С)			1,2	0,75	0,4	0,86



Наибольшая всхожесть картофеля отмечалась в варианте разреженной схемы посадки (75×27 см) протравленным семенным материалом на фоне внесения минеральных удобрений в расчете на урожай 40 т/га – 98,5%, что было на 6,3% больше, чем на контроле. Повышение уровня минерального питания в целом по опыту сопровождалось увеличением полевой всхожести картофеля в среднем на 1,1–2,1%, а загущение посадок с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га, наоборот, снижением этого показателя на 4,6%.

Снижение полевой всхожести с увеличением густоты посадки и рост ее на фоне внесения удобрений связаны с изменением вредоносности ризоктониоза (*Rhizoctonia solani*). В.Г. Иванов с соавт. [6] сообщают, что в условиях Белоруссии на загущенных посадках (80 тыс. клубней/га) усиливает развитие патогена на стеблях на 17,4% (полная гибель от заражения грибом – на 9,1%) по сравнению с контролем (50 тыс./га). В то же время внесение минеральных удобрений в дозе $N_{180}P_{180}K_{240}$ снижает проявление *Rhizoctonia solani* на стеблях на 50,7% по сравнению с дозой $N_{60}P_{60}K_{90}$.

Сохранность растений в течение вегетации практически не зависела от приемов агротехники и изменялась в пределах от 98,2 до 99,9%.

Наибольшее число растений картофеля к началу уборки сохранилось при использовании

протравленных клубней и минеральных удобрений в расчете на урожай 40 т/га: при схеме посадки 75×27 см – 48,18 тыс. шт./га, 75×19 см – и 65,79 тыс. шт./га. Прибавка по сравнению с контролем составила 3,43 и 5,93 тыс. кустов на 1 га.

Развитие надземных вегетативных органов растений картофеля зависело как от густоты посадки, так и от уровня питания (табл. 2).

Увеличение густоты посадки с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га снижало надземную вегетативную массу растений картофеля в среднем в 1,33 раза. Однако масса ботвы на гектаре не уменьшалась (за счет большего числа растений на единице площади), а в варианте применения ТМТД-плюс (3 л/т) даже увеличивалась в среднем на 4,6%.

Внесение минеральных удобрений, рассчитанных на урожай 25 т/га, повышало надземную массу растений сорта Тарасов в среднем на 19,0%, а в расчете на урожай 40 т/га – на 41,0% по сравнению с вариантом без внесения удобрений.

Листовая поверхность растений играет важнейшую роль в процессе фотосинтеза, в результате которого идет образование органического вещества. Другие процессы (усвоение воды и минеральных веществ из почвы) нужны, действенны и эффективны как факторы урожайности в той мере, в какой они поддерживают, улучшают и стимулируют фотосинтез [7].

Таблица 2 – Надземная масса картофеля, г/куст (среднее за 2012–2014 гг.)

Протравливание (А)	Схема посадки (В)	Дозы внесения минеральных удобрений (С)	Масса стеблей, г/куст	Масса листьев, г/куст	Надземная масса	
					г/куст	т/га
Без протравливания	75×27 см	Без удобрений	122,6	153,8	276,4	12,37
		На урожай 25 т/га	143,2	191,8	335,0	15,53
		На урожай 40 т/га	168,3	235,1	403,4	18,30
	75×19 см	Без удобрений	101,3	119,0	220,3	13,20
		На урожай 25 т/га	108,4	140,8	249,2	15,34
		На урожай 40 т/га	113,1	165,8	278,9	16,74
ТМТД-плюс (3 л/т)	75×27 см	Без удобрений	123,8	166,8	290,6	13,71
		На урожай 25 т/га	140,1	213,2	353,3	16,80
		На урожай 40 т/га	173,4	249,8	423,2	20,37
	75×19 см	Без удобрений	97,9	126,8	224,7	14,57
		На урожай 25 т/га	111,6	155,3	266,9	17,55
		На урожай 40 т/га	126,8	193,8	320,6	21,12
НСР ₀₅			24,4	46,5	57,6	3,13
НСР ₀₅ (А, В)			10,0	19,0	23,5	1,28
НСР ₀₅ (С)			12,2	23,2	28,8	1,56

Получению наибольших урожаев картофеля способствует формирование на 60-й день вегетации ассимиляционной поверхности листьев площадью 30–40 тыс. м²/га [8]. В нашем опыте эти показатели достигались в 2014 г. во всех вариантах протравливания семенных клубней и использования минеральных удобрений, что обуславливало благоприятный ход продукционного процесса. В условиях засушливого 2012 г. желаемая площадь листьев достигалась в варианте загущенной посадки с применением ТМТД-плюс на повышенном фоне питания (33,95 тыс. м²/га), тогда как в недостаточно влажном 2013 г. она не превышала 19,74 тыс. м²/га.

В среднем за годы исследований применение минеральных удобрений в расчете на плановую урожайность 25 т/га увеличивало листовую поверхность в расчете на 1 куст на 26,5%, а в расчете на 1 га – на 28,9%. На фоне удобрений в расчете на урожай 40 т/га прибавки составили соответственно 50,5 и 52,2%.

Увеличение густоты посадок на фоне «без протравителя» не повышало листовой индекс картофеля, тогда как загущение посадки с одновременным протравливанием семенных клубней вызывало рост ассимиляционной поверхности листьев в среднем на 9,5% (табл. 3).

Многофакторный дисперсионный анализ показал, что площадь листьев одного растения

сорта Тарасов в период исследований зависела от густоты посадки (вклад фактора – 42,9%), уровня питания (36,5%) и протравливания семенного материала (7,2%), тогда как в расчете на 1 га главным образом от уровня минерального питания (52,3%) и протравливания картофеля (28,8%).

Хозяйственная продуктивность фотосинтеза (то есть масса клубней, сформированная 1 м² листьев) при использовании протравленного семенного материала увеличивалась в среднем на 7,8% по сравнению с контролем (без ТМТД). Однако достоверные изменения отмечались только на фоне внесения повышенных доз удобрений: при разреженной схеме посадки – на 102,4 г/м² (11,2%), при загущенной посадке – на 92,2 г/м² (10,3%).

Урожайность клубней картофеля в период исследований варьировала в значительной степени в зависимости от погодных условий вегетационного периода и изучаемых приемов агротехники. Так, в благоприятных условиях 2014 года продуктивность сорта Тарасов в среднем по опыту (43,94 т/га) оказалась в 2,3–2,5 раза больше, чем в 2012 и 2013 годах. Значительный уровень урожайности картофеля на контроле (без удобрений) обусловлен высоким потенциальным и эффективным плодородием черноземных почв Южного Урала (табл. 4).

Таблица 3 – Влияние приемов агротехники на площадь и хозяйственную продуктивность листьев картофеля (среднее за 2012–2014 гг.)

Протравливание (А)	Схема посадки (В)	Дозы внесения удобрений (С)	Площадь листьев		Хозяйственная продуктивность листьев, кг/м ²
			дм ² /куст	тыс. м ² /га	
Без протравливания	75×27 см	Без удобрений	44,3	19,85	910,8
		На урожай 25 т/га	55,9	25,91	917,0
		На урожай 40 т/га	67,7	30,70	912,0
	75×19 см	Без удобрений	34,7	20,76	959,9
		На урожай 25 т/га	43,1	26,53	956,3
		На урожай 40 т/га	49,4	29,63	960,5
ТМТД-плюс (3 л/т)	75×27 см	Без удобрений	48,3	22,77	990,9
		На урожай 25 т/га	62,2	29,55	1008,3
		На урожай 40 т/га	73,5	35,36	1014,3
	75×19 см	Без удобрений	38,6	25,05	974,5
		На урожай 25 т/га	48,7	32,04	1008,3
		На урожай 40 т/га	59,1	38,91	1059,7
НСР ₀₅			12,7	7,21	232,4
НСР ₀₅ (А, В)			5,2	2,94	94,9
НСР ₀₅ (С)			6,4	3,60	116,2



Применение сбалансированных норм минеральных удобрений в расчете на урожай 25 т/га обеспечивало повышение продуктивности картофеля сорта Тарасов в среднем на 6,41 т/га (33,5%), в том числе: в 2012 г. – на 3,08 т/га (19,0%), в 2013 г. – на 6,34 т/га (54,8%), в 2014 г. – на 9,66 т/га (32,8%) по сравнению с неудобренным контролем. Дозы удобрений, рассчитанные на урожай 40 т/га, повышали урожайность в среднем на 11,54 т/га (60,2%), в том числе: в 2012 г. – на 4,77 т/га (29,4%), в 2013 г. – на 11,02 т/га (95,2%), в 2014 г. – на 18,98 т/га (64,5%).

Загущение посадок картофеля с 49 до 70 тыс. клубней на 1 га (на 42%) сопровождалось повышением урожайности картофеля в среднем на 4,41 т/га (19,2%), в том числе: в 2012 г. – на 1,22 т/га (6,7%), в 2013 г. – на 4,12 т/га (26,9%), в 2014 г. – на 7,15 т/га (20,2%).

Протравливание клубней во время посадки картофеля повышало урожай сорта Тарасов в среднем на 5,31 т/га (или 23,6%), в том числе по годам: 2012 – на 3,87 т/га (22,9%), 2013 – на 4,67 т/га (31,1%), 2014 – на 7,08 т/га (20,0%).

Наибольшая урожайность в среднем за 3 года получена в варианте загущенной посадки (75×19 см) с использованием протравленного семенного материала на фоне внесения удобрений под урожай 40 т/га – 37,29 т/га, что составило 93,2% от уровня планируемой урожайности.

Дисперсионный анализ трехфакторного опыта показал, что в среднем за годы исследований урожайность картофеля определялась главным образом уровнем минерального питания (вклад фактора – 46,9%), протравливанием семенного материала (29,5%) и густотой посадки (20,3%), в меньшей степени взаимодействием факторов АВ (протравливание и густота посадки – 1,6%).

Изучаемые приемы агротехники оказывали существенное влияние и на качество урожая (табл. 5).

Загущение посадок до 70 тыс. клубней 1 га способствовало повышению содержания в клубнях сухого вещества в среднем на 0,28%, крахмала – на 0,17% по сравнению с разреженной посадкой. Аналогичное влияние оказывало протравливание семенных клубней во время посадки: крахмалистость клубней сорта Тарасов повышалась в среднем на 0,30%, а содержание сухого вещества в клубнях – на 0,35% по сравнению с вариантом без использования фунгицида ТМТД-плюс (3 л/т).

Содержание сухого вещества в клубнях картофеля, поступающих на переработку, в конечном итоге влияет на выход готового продукта, сокращает продолжительность обжаривания, уменьшает впитываемость масла. Поэтому его содержание в клубнях для производства

Таблица 4 – Урожайность картофеля сорта Тарасов, т/га

Протравливание (А)	Схема посадки (В)	Дозы внесения минеральных удобрений (С)	Годы исследований			
			2012 г.	2013 г.	2014 г.	Среднее за 3 года
Без протравливания	75×27 см	Без удобрений	13,95	9,02	25,04	16,09
		На урожай 25 т/га	19,42	13,15	32,02	21,50
		На урожай 40 т/га	18,43	18,17	40,06	25,25
	75×19 см	Без удобрений	14,50	11,25	27,68	17,95
		На урожай 25 т/га	16,69	17,39	39,17	24,70
		На урожай 40 т/га	18,34	21,14	48,72	29,47
ТМТД-плюс (3 л/т)	75×27 см	Без удобрений	16,97	11,41	29,60	19,28
		На урожай 25 т/га	18,80	16,60	38,82	24,72
		На урожай 40 т/га	21,71	23,45	46,95	30,81
	75×19 см	Без удобрений	19,40	14,61	35,44	23,34
		На урожай 25 т/га	22,23	24,51	46,41	31,36
		На урожай 40 т/га	25,42	27,60	57,94	37,29
НСР ₀₅			3,67	4,10	3,56	2,10
НСР ₀₅ (А, В)			1,50	1,67	1,45	0,88
НСР ₀₅ (С)			1,83	2,05	1,78	1,05

хрустящего картофеля (чипсов) должно быть в пределах от 20 до 24% [9].

Сорт Тарасов характеризуется невысоким содержанием сухого вещества и крахмала. Первый показатель в годы исследований варьировал от 18,6% в 2014 г. до 20,2% в 2012,

а второй – от 13,39 до 14,63% соответственно. Наиболее пригодными для производства хрустящего картофеля оказались клубни в вариантах загущенных посадок картофеля с использованием протравленного семенного материала, где содержание сухого вещества составляло

Таблица 5 – Качественные показатели клубней картофеля сорта Тарасов в зависимости от приемов агротехники (среднее за 2012–2014 гг.)

Протравливание (А)	Схема посадки (В)	Дозы внесения минеральных удобрений (С)	Содержание сухого вещества, %	Крахмал		Нитраты, мг/кг
				%	т/га	
Без протравливания	75×27 см	Без удобрений	19,2	13,85	2,23	80,6
		На урожай 25 т/га	19,2	13,88	2,99	90,9
		На урожай 40 т/га	19,0	13,63	3,45	106,2
	75×19 см	Без удобрений	19,4	13,99	2,51	68,6
		На урожай 25 т/га	19,4	14,06	3,48	80,6
		На урожай 40 т/га	19,2	13,86	4,08	86,9
ТМТД-плюс (3 л/т)	75×27 см	Без удобрений	19,5	14,20	2,74	71,0
		На урожай 25 т/га	19,4	14,14	3,49	81,4
		На урожай 40 т/га	19,2	13,97	4,31	94,6
	75×19 см	Без удобрений	19,9	14,37	3,35	59,1
		На урожай 25 т/га	19,8	14,26	4,48	72,0
		На урожай 40 т/га	19,6	14,15	5,28	81,5
НСР ₀₅			0,29	0,25	0,31	6,3
НСР ₀₅ (А, В)			0,12	0,10	0,13	2,6
НСР ₀₅ (С)			0,14	0,12	0,16	3,1

Таблица 6 – Биохимические и технологические свойства клубней картофеля сорта Тарасов (среднее за 2012–2014 гг.)

Протравливание (А)	Схема посадки (В)	Дозы внесения минеральных удобрений (С)	Редуцирующие сахара, %	Потемнение мякоти картофеля, балл		Отход клубней при очистке, %
				сырого	вареного	
Без протравливания	75×27 см	Без удобрений	0,17	8,7	7,7	11,5
		На урожай 25 т/га	0,19	8,4	7,6	10,2
		На урожай 40 т/га	0,23	7,3	7,2	12,2
	75×19 см	Без удобрений	0,16	8,4	7,8	11,9
		На урожай 25 т/га	0,18	8,1	7,8	10,7
		На урожай 40 т/га	0,20	7,7	7,3	10,8
ТМТД-плюс (3 л/т)	75×27 см	Без удобрений	0,16	8,7	8,0	11,0
		На урожай 25 т/га	0,17	8,3	8,0	9,9
		На урожай 40 т/га	0,18	8,0	7,6	10,7
	75×19 см	Без удобрений	0,15	8,6	7,8	10,6
		На урожай 25 т/га	0,16	8,3	7,8	10,1
		На урожай 40 т/га	0,17	8,0	7,3	10,3
НСР ₀₅			0,02	0,31	0,29	0,41
НСР ₀₅ (А, В)			0,01	0,13	0,12	0,17
НСР ₀₅ (С)			0,01	0,16	0,14	0,20



19,6–19,9%, а крахмала – 14,15–14,37% в зависимости от уровня питания.

Степень пригодности клубней картофеля для переработки во многом определяется технологическими свойствами, среди которых большое значение имеют величина отходов, получаемых при очистке клубней, и потемнение мякоти в сыром и вареном виде. Для анализа величины отходов при механической очистке клубней из средней пробы брали по 10 клубней картофеля. Отходы при очистке не должны превышать 15% [9]. Величина отходов при ручной очистке клубней представлена в таблице 6.

Для производства хрустящего картофеля (чипсов) среди комплекса биохимических показателей решающее значение имеют содержание в клубнях редуцирующих сахаров и сухого вещества, накопление редуцирующих сахаров в процессе хранения и их ресинтез при прогревании [10]. Редуцирующие сахара определяют цвет готового продукта в процессе обжаривания картофеля. Чем выше содержание редуцирующих сахаров, тем темнее цвет обжаренных ломтиков. Для производства хрустящего картофеля наиболее пригодны клубни с содержанием редуцирующих сахаров не более 0,2% в послуборочный период и не более 0,4% с учетом ресинтеза во время хранения [9–10].

После очистки и в процессе термической обработки мякоть клубней нередко темнеет, что ведет к ухудшению качества чипсов. Известно, что потемнение мякоти клубней может быть следствием двух реакций. Первая вызывается разрушением клеток и ферментативным окислением полифенолов. Она может происходить еще в сырых клубнях в том случае, если между очисткой клубней и кулинарной обработкой проходит время, достаточное для развития ферментативного процесса. Вторая реакция развивается в период кулинарной обработки и связана с взаимодействием окислов железа и хлорогеновой кислоты [9].

Потемнения мякоти клубней определяли методом, используемым в Венгрии. Из средней пробы брали по 10 клубней, разрезали их пополам. Одну половинку варили на пару для определения изменения цвета в вареном виде, а вторую оставляли на сутки на свету для определения степени потемнения мякоти в сыром виде. Учет потемнения проводится по следующей шкале в баллах: 9 – цвет не изменился; 7 – слабое изменение цвета; 5 – среднее окрашивание; 3 – сильное окрашивание; 1 – очень сильное окрашивание.

Наши исследования показали, что свежесобранные клубни сорта Тарасов пригодны для промышленной переработки на хрустящий картофель (исключение составил урожай 2014 года в вариантах применения повышенных доз удобрений без протравливания семенного материала). Содержание редуцирующих сахаров в вариантах использования обработанного ТМТД-плюс (3 л/т) семенного материала варьировало в пределах от 0,15 до 0,18%. Так как в период хранения с октября по март содержание редуцирующих сахаров в клубнях обычно увеличивается в 3–4 раза [9], полученный урожай необходимо использовать в текущем году.

Выводы

Проведенные исследования показали, что в наибольшей степени пригодны для производства хрустящего картофеля (чипсов) клубни сорта Тарасов при следующем сочетании агроприемов: загущенная схема посадки (75×19 см) и протравливание семенного материала. Содержание редуцирующих сахаров при этом в среднем за годы исследований составило 0,15–0,17%, отход при очистке клубней – 10,1–10,6%, потемнение мякоти сырых и вареных клубней – слабое (соответственно 8,3–8,6 и 7,3–7,8 балла).

Применение сбалансированных норм минеральных удобрений в расчете на планируемый урожай 25 и 40 т/га на фоне протравливания семенного материала и загущенных посадок картофеля не снижало пригодность клубней к переработке на чипсы (хрустящий картофель).

Список литературы

1. Старовойтов В. И., Старовойтова О. А. Переработка картофеля – стратегический ресурс развития отрасли // Картофель и овощи. 2008. № 7. С. 2–3.
2. Федотова Л. С. Картофель в меняющемся мире // Картофель и овощи. 2008. № 8. С. 6–7.
3. Бызов В. А., Семенов А. В. Особенности технологии возделывания картофеля для переработки // Картофель и овощи. 2008. № 7. С. 7–8.
4. Писарев Б. А. Соблюдать сортовую агротехнику // Картофель и овощи. 1988. № 3. С. 14–16.
5. Дергилева Т. Т. Тарасов // Помология сортов плодово-ягодных, овощных культур и картофеля селекции Южно-Уральского НИИ садоводства и картофелеводства. Челябинск : ФГБНУ ЮУНИИСК, 2018. С. 470–472.
6. Иванюк В. Г., Банадысев С. А., Журомский Г. К. Защита картофеля от болезней,

вредителей и сорняков. Минск : РУП Белорусский НИИК, 2003. 550 с.

7. Кокшаров В. П. Научные основы картофелеводства Среднего Урала. Свердловск, 1989. 219 с.

8. Горбунов А. К. Влияние сроков посадки на ассимиляционную поверхность листьев и урожайность картофеля // Вестник ЧГАА. 2013. Т. 67. № 1. С. 74–79.

9. Специализированная оценка сортов картофеля / под ред. Н. В. Позняк. Минск : Мерлит, 2002. С. 31–72.

10. Зейрук В. Н., Михалев А. Е. На количество редуцирующих сахаров в клубнях влияют минеральное питание и условия вегетации // Картофель и овощи. 2008. № 7. С. 15.

Васильев Александр Анатольевич, д-р с.-х. наук, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН».

E-mail: kartofel_chel@mail.ru.

Гордеев Олег Власович, д-р техн. наук, ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН».

E-mail: kartofel_chel@mail.ru.

Латыпов Ранис Рафкатович, соискатель, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: ranislatypov@gmail.com.

* * *

УДК 621.43.001.42

ТЕХНОЛОГИИ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ БЕНЗИНОВЫХ НАСОСОВ

Д. Б. Власов, Н. Машрабов, А. М. Плаксин, Д. Д. Бакайкин, А. В. Гриценко

Целью исследования является повышение работоспособности и безотказности функционирования ЭБН двигателей внутреннего сгорания. В результате исследований получены зависимости гидравлических потерь $N_{\text{гид}}$, Вт ЭБН от площади сечения топливопровода S_r , м^2 и площади зазоров между корпусом и роликами ЭБН, S_z , м^2 . Так, при уменьшении площади сечения топливопровода от $0,00003847 \text{ м}^2$ до $0,0000001539 \text{ м}^2$ мощность, затрачиваемая на гидрпотери, возросла в 2–2,5 раза с 11,3–28,8 Вт до 28,71–64,96 Вт. При увеличении площади зазоров между корпусом и роликами в ЭБН от $0,0000001539 \text{ м}^2$ до $0,00000113 \text{ м}^2$ мощность, затрачиваемая на гидрпотери, снизилась в 2–4 раза с 28,64–36,14 Вт до 7,07–19,44 Вт.

Ключевые слова: электрический бензиновый насос, теоретические исследования, мощность гидрпотерь, топливопровод, площадь сечения, корпус, ролики, площадь зазоров.

Причинами неисправностей топливной системы ДВС могут быть загрязняющие примеси неорганического и органического происхождения [1, 2, 3].

К неорганическим примесям относится пыль, попадающая в топливо из воздуха при малом и большом «дыхании» емкостей, также это продукты коррозии емкостей и трубопроводов, продукты износа перекачивающих средств [4, 5, 6]. В автомобилях и тракторах загрязнению топлива способствует и то, что во время движения в зоне расположения бака создается разрежение и туда подсасывается пыль с земли [7, 8, 9].

К органическим примесям относятся асфальто-смолистые продукты окислительной полимеризации нестабильных компонентов топлива, к которым относятся ненасыщенные углеводородные, сернистые, азотистые и кислородные соединения [10, 11, 12].

Вода поступает в топливо главным образом в результате конденсации ее паров из воздуха на внутренних стенках емкостей хранения топлива и топливных баков машин при больших колебаниях температур [13, 14, 15].

Топливо проходит большой путь от нефтеперерабатывающего завода, прежде чем попасть в баки с.х. машин [16, 17, 18]. Количество

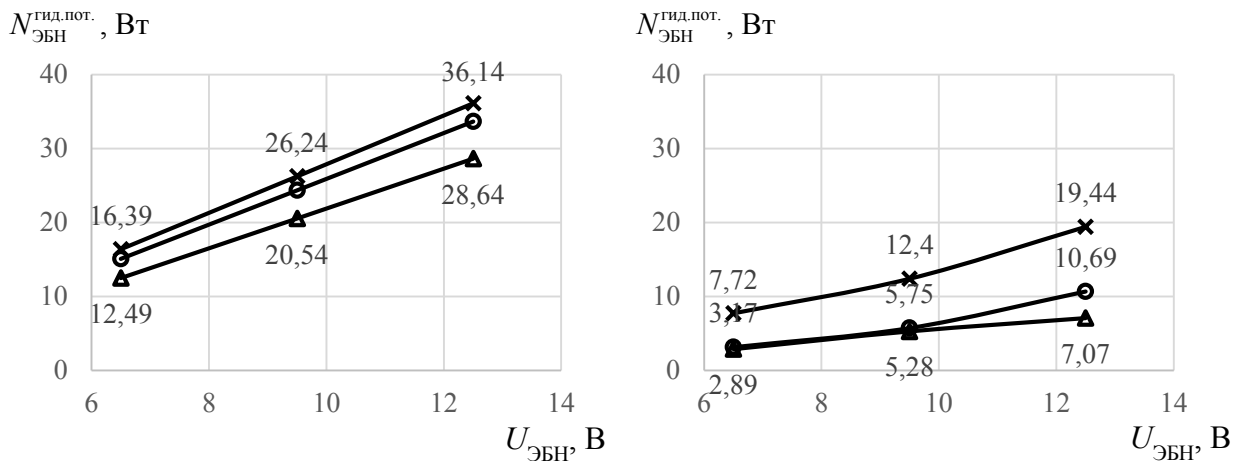


Рис. 1. Затраты мощности на гидравлические потери в результате увеличения площади утечек топлива внутри бензинового насоса через радиальные и торцевые зазоры:
 а – $S_3 = 0,00000001539 \text{ m}^2$; $I = \text{const}$; б – $S_3 = 0,00000113 \text{ m}^2$; $I = \text{const}$

загрязняющих примесей в бензине в системе питания автомобилей в 2,2–5,1 раза больше, чем на автозаправочных станциях, летом количество загрязняющих примесей в бензине в 1,2–1,7 раза больше, чем зимой [19, 20, 21].

В больших городах запыленность воздуха колеблется в пределах $0,00025 \dots 0,0084 \text{ г/м}^3$, при сельскохозяйственных работах запыленность намного больше – $0,063 \dots 1,52 \text{ г/м}^3$ [22, 23, 24].

Цель исследования – повышение работоспособности и безотказности функционирования ЭБН двигателей внутреннего сгорания.

Метод исследования

При изменении сопротивления магистралей, фильтров из-за засорения топливной системы, а также при утечках в ЭБН вследствие износа его насосной части будут изменяться параметры $I_{ЭБН}$, $U_{ЭБН}$, $R_{ЭБН}$ [25, 26, 27]. Эти параметры могут стать косвенными параметрами структурных параметров давления в системе топливоподачи P , кПа и объема утечек Q , л/ч [28, 29]. Рассмотрим уравнение зависимости затрат мощности ЭБН на гидравлические потери от электрических параметров приводного двигателя и технического состояния основных элементов ЭБН [1, 2, 30]:

$$N_{ЭБН}^{\text{гид.пот.}} = I_{ЭБН} \cdot U_{ЭБН} - N_{ЭБН}^{\text{эл.пот.}} - \mu \cdot S_3 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_{\text{ст}}^3}{\rho_t}}, \text{ Вт}, \quad (1)$$

где $I_{ЭБН}$ – сила тока потребления насосом, А;
 $U_{ЭБН}$ – напряжение потребления насосом, В;

$N_{ЭБН}^{\text{эл.пот.}}$ – мощность потерь в электрических цепях ЭБН, Вт;

$N_{ЭБН}^{\text{гид.пот.}}$ – мощность гидравлических потерь, Вт;

$\Delta P_{\text{ст}}$ – перепад давления в системе топливоподачи, кПа;

μ – коэффициент расхода топлива, 0,8;

S_3 – площадь зазоров в топливопроводе либо между корпусом и роликами в ЭБН, m^2 ;

ρ_t – плотность топлива, кг/м^3 .

Результаты исследований

Подставляя в уравнение (1) величины исследуемого бензинового насоса, получили зависимости затрат мощности ЭБН на гидравлические потери от электрических параметров приводного двигателя и технического состояния основных элементов ЭБН (рис. 1 и 2).

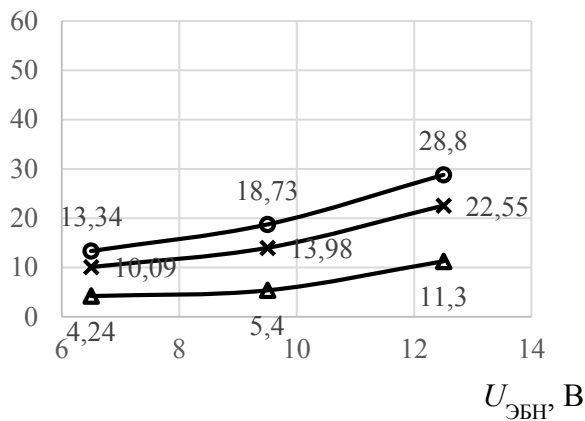
Выводы

1. Таким образом, при увеличении площади зазоров между корпусом и роликами ЭБН на рисунке 1 $S_3 = 0,00000001539 \text{ m}^2$ до $0,00000113 \text{ m}^2$ уменьшаются затраты мощности ЭБН в 2–4 раза, связанные с гидравлическими потерями, а именно с $N_{ЭБН}^{\text{гид.пот.}} = 28,64 \text{–} 36,14 \text{ Вт}$ до $7,07 \text{–} 19,44 \text{ Вт}$. Из-за больших зазоров между роликами и корпусом в ЭБН насосная часть пробуксовывает, топливо слабо нагнетается в магистраль и возвращается обратно во впускную полость, ротор вращается свободно, без нагрузки [31, 32].

2. Из-за уменьшения площади зазоров проходного сечения топливопровода на рисунке 2 $S_3 = 0,00003847 \text{ m}^2$ до $0,00000001539 \text{ m}^2$ уве-



$N_{\text{ЭБН}}^{\text{гид.пот.}}$, Вт



$N_{\text{ЭБН}}^{\text{гид.пот.}}$, Вт

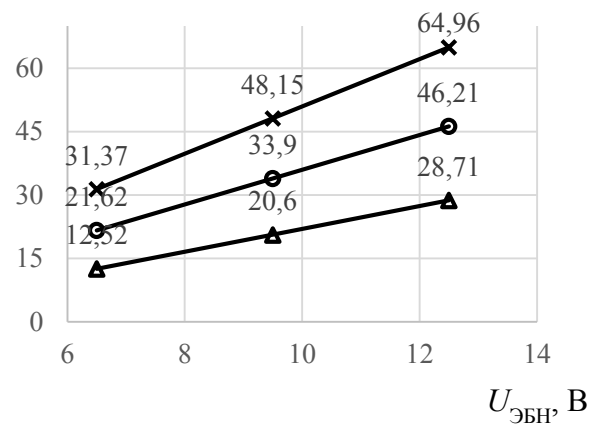


Рис. 2. Затраты мощности на гидравлические потери при уменьшении площади зазора проходного сечения топливопровода: а – $S_3 = 0,00003847\text{ м}^2$; $I = \text{const}$; б – $S_3 = 0,0000001539\text{ м}^2$; $I = \text{const}$

личиваются затраты мощности ЭБН, связанные с гидравлическими потерями в 2–2,5 раза, а именно с $N_{\text{ЭБН}}^{\text{гид.пот.}} = 11,3\text{--}28,8$ Вт до 28,71–64,96 Вт [33, 34]. Из-за роста сопротивления в линии топливоподдачи, равного засорению топливных фильтров, топливного провода, топливо плохо поступает в топливную магистраль. Ротор ЭБН вращается под нагрузкой, т.к. в топливопроводе находится большое сопротивление движению жидкости.

Список литературы

1. Залознов И.П., Тегжанов А.С., Тыштыков Ж.М. Диагностика электрического бензинового насоса системы впрыска топлива // Сборник научных трудов SWorld. 2014. Т. 2. № 3. С. 47–51.
2. Григорьев М. А. Очистка масла и топлива в автотракторных двигателях. М. : Машиностроение, 1970. С. 270.
3. Plaksin A., Gritsenko A., Glemba K. Experimental studies of cylinder group state during motoring // Procedia Engineering 2. Сер. “2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016”. 2016. pp. 1188–1191.
4. Gritsenko A. V., Zadorozhnaya E. A., Shepelev V. D. Diagnostics of friction bearings by oil pressure parameters during cycle-by-cycle loading // Tribology in Industry. 2018. Т. 40. № 2. pp. 300–310.
5. Gritsenko A. V., Shepelev V. D., Shepeleva E. V. Optimizing Consumption of Gas Fuel Using Static Method of Tuning Automobile Gas-Cylinder Equipment: ICIE 2018. In book: Proceedings

of the 4th International Conference on Industrial Engineering. Pages 2163-2174. January 2019. DOI: 10.1007/978-3-319-95630-5_233.

6. Gritsenko A. V., Glemba K. V., Vozmirov A. G. Improving the car environmental qualities by studying the engine load characteristics in the modes of injection rate off. Transportation Research Procedia. Volume 36, Pages 237–244, January 2018. DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.073. License CC BY-NC-ND 4.0.
7. Диагностирование электрических насосов по силе тока питания при сопротивлении в топливосистеме / К. В. Глемба, А. В. Гриценко, К. А. Цыганов, Д. Б. Власов // Евразийское научное объединение. 2015. Т. 1. № 11 (11). С. 16–18.
8. Башта Т. М. Расчеты и конструкции самолетных гидравлических устройств. Изд-е 3-е, перераб. и доп. М. : Гос. науч.-техн. изд-во ОБОРОНГИЗ, 1961. 475 с.
9. Ерохов В. И. Системы впрыска бензиновых двигателей (конструкция, расчет, диагностика) : учебник для вузов. М. : Горячая линия-Телеком, 2011. 552 с.
10. Гриценко А. В., Куков С. С., Бакайкин Д. Д. Способ диагностирования системы топливоподдачи двигателей внутреннего сгорания легковых автомобилей // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2011. Т. 59. С. 30–32.
11. Гриценко А. В., Плаксин А. М. Диагностирование системы питания автомобилей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2014. № 1. С. 24–26.

12. Гриценко А. В., Куков С. С. Диагностирование систем ДВС на тестовых статических режимах // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2012. Т. 61. С. 31–38.
13. Плаксин А. М., Гриценко А. В. Ресурсы растениеводства. Энергетика машинно-тракторных агрегатов : монография. 2-е изд., перераб. и доп. Челябинск, 2015. 307 с.
14. Разработка метода и средства диагностирования электробензонасосов системы топливоподачи ДВС / А. В. Гриценко [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. 2015. № 1. С. 40–44.
15. Куков С. С., Гриценко А. В. Диагностирование системы смазки двигателя внутреннего сгорания // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2009. № 1. С. 33–34.
16. Бакайкин Д. Д., Куков С. С., Гриценко А. В. Техническое обслуживание элементов системы топливоподачи бензинового двигателя с электронной системой управления // Вестник Челябинского агроинженерного университета. 2006. Т. 47. С. 10–13.
17. Гриценко А. В., Куков С. С., Бакайкин Д. Д. Результаты экспериментальных исследований пропускной способности электромагнитных форсунок бензиновых двигателей внутреннего сгорания // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В. П. Горячкина. 2012. № 5 (56). С. 40–42.
18. Разработка методов тестового диагностирования работоспособности систем топливоподачи и смазки двигателей внутреннего сгорания / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, К. И. Лукомский, В. В. Волынкин // Аграрный вестник Урала. 2014. № 7 (125). С. 53–58.
19. Гриценко А. В., Куков С. С., Бакайкин Д. Д. Теоретическое исследование работы электромагнитной форсунки и ее влияние на процесс топливоподачи // Вестник ФГОУ ВПО МГАУ им. В. П. Горячкина. 2012. № 3 (54). С. 40–41.
20. Исследование процесса выбега ДВС легковых автомобилей при искусственном формировании сопротивления / А. В. Гриценко [и др.] // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–4. С. 749–753.
21. Гриценко А. В., Глемба К. В., Куков С. С. Методические приемы повышения точности диагностирования подшипников коленчатого вала // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2010. Т. 57. С. 51–56.
22. Гриценко А. В., Куков С. С. Обоснование и разработка средств и методов диагностирования двигателей внутреннего сгорания автомобилей // Материалы I Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству» / под ред. Н. С. Сергеева. 2011. С. 7–11.
23. Диагностирование электрических бензиновых насосов по комплексным выходным параметрам / А. П. Плаксин [и др.] // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–12. С. 2610–2614.
24. Гриценко А. В. Алгоритм, информационные характеристики процесса технического диагностирования, методики проектирования и оптимизации устройств диагностирования // Вестник Челябинской государственной агроинженерной академии. 2013. Т. 63. С. 38–41.
25. Пат. на изобр. RUS 2418190. Способ диагностирования системы топливоподачи двигателя / С. С. Куков, Д. Д. Бакайкин, А. В. Гриценко. 22.06.2009.
26. Гриценко А. В., Цыганов К. А. Диагностирование электрических бензонасосов автомобилей // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2013. № 4. С. 22–23.
27. Новый метод, средство и программная среда для тестирования ЭМФ автомобиля / А. В. Гриценко [и др.] // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2014. № 18 (145). С. 53–56.
28. Результаты исследования выходных характеристик электрических насосов автомобилей при имитации сопротивления в нагнетательном топливопроводе / А. В. Гриценко [и др.] // Фундаментальные исследования. 2014. № 11–5. С. 991–995.
29. Учебные стенды-тренажеры по электрооборудованию автомобилей / С. С. Куков // Вестник Челябинского агроинженерного университета. 2006. Т. 47. С. 67–69.
30. Гриценко А. В., Цыганов К. А. Диагностирование электрических бензонасосов системы питания автомобилей с микропроцессорной системой управления двигателем // Материалы II Междунар. науч.-техн. конф. «Достижения науки – агропромышленному производству». 2013. С. 49–55.
31. Власов Д. Б., Гриценко А. В. Диагностирование электрических насосов автомобилей // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2015. Т. 3. № 4–1 (15–1). С. 176–180.



32. Гриценко А. В., Власов Д. Б., Плаксин А. М. Комплексное диагностирование электрического бензонасоса системы топливоподачи // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2016. Т. 4. № 5–4 (25–4). С. 239–243.

33. Гриценко А. В., Бакайкин Д. Д. Результаты экспериментальных исследований пропускной способности электромагнитных фор-

сунок // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2012. № 12 (75). С. 120–127.

34. Исследование способа повышения экологичности и экономичности автотранспорта на тестовых режимах холостого хода работы двигателя внутреннего сгорания / А. В. Гриценко [и др.] // Транспорт Урала. 2016. № 1 (48). С. 97–102.

Власов Дмитрий Борисович, учебный мастер кафедры «Технология и организация технического сервиса», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: dimon.vlasoff2012@yandex.ru.

Машрабов Нематулла, д-р техн. наук, доцент, профессор кафедры «Технология и организация технического сервиса», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: tote245@mail.ru.

Плаксин Алексей Михайлович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: plaksin-am@mail.ru.

Бакайкин Дмитрий Дмитриевич, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Технология и организация технического сервиса», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: bakdem@mail.ru.

Гриценко Александр Владимирович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Автомобильный транспорт», ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (НИУ)»; профессор кафедры «Эксплуатация машинно-тракторного парка», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

* * *

УДК 633.1+531.22

КЛАССИФИКАЦИЯ СТЕБЛЯ ЗЛАКОВОЙ КОЛОСОВОЙ КУЛЬТУРЫ КАК ОБЪЕКТА МЕХАНИКИ ТВЕРДОГО ДЕФОРМИРУЕМОГО ТЕЛА

М. А. Гутров

Выполнен обзор качественной информации о физико-механических свойствах стебля злаковой культуры, а также основных особенностях морфологии и анатомии растения, влияющих на его деформирование под действием внешней нагрузки. Указаны количественные сведения о геометрических параметрах, конструктивных физико-механических свойствах стебля растения. Приведено описание, фотографии, иллюстрирующие поведение стебля злаковой культуры под действием одной сосредоточенной силы. В общем случае, как объект механики твердого деформируемого тела, стебель злаковой колосовой культуры является анизотропным геометрически нелинейно деформируемым телом. Показано, что в силу малости размеров поперечного сечения стебля в сравнении с его длиной анизотропию свойств материала стебля можно не учитывать, а в дальнейшем рассчитывать стебель как конструктивно изотропный объект цилиндрической формы с постоянной жесткостью на изгиб. Приведено описание математической модели растения: сформулированы основные гипотезы и допущения, записаны уравнения равновесия малого элемента гибкого стержня для случая пространственной внешней нагрузки на стебель. Сделаны выводы о возможности решения дифференциальных уравнений механики твердого деформируемого тела применительно к рассматриваемой задаче механики сельскохозяйственных машин и технологических процессов.

Ключевые слова: стебель, строение стебля, сила, деформированное состояние, нелинейное деформирование, уравнения равновесия, механика гибких стержней.

Работа большинства зерноуборочных машин неразрывно связана с контактным взаимодействием их рабочих органов со стеблями убираемых растений. Выбор допустимых значений и расчет технологических параметров сельхозмашин в большинстве случаев проводится на основе анализа экспериментальных сведений о работе существующих конструкций сельскохозяйственных машин для заданных условий (в том числе физико-механические свойства, геометрические параметры и морфологические особенности строения стеблей растений).

В случае проектирования новых моделей уборочных машин имеющиеся эксперимен-

тальные сведения о технологических параметрах экстраполируются на новую конструкцию. Такой подход к проектированию уборочных машин и исследованию их работы является достаточно надежным, но малоэффективным, т.к. не дает возможность в полной мере учесть особенности технологического процесса, а также выполнить анализ новых факторов.

В этой связи особо важной и актуальной задачей, которая должна быть решена в рамках рассмотрения научной проблемы обоснования эксплуатационных и конструктивных параметров уборочных сельскохозяйственных машин, является задача создания адекватной математи-

ческой модели сельскохозяйственного растения. Модель должна давать возможность решать задачу контактного взаимодействия с рабочими органами сельскохозяйственных машин: определять напряженно-деформированное состояние растения, вычислять эксплуатационную нагрузку стебля на рабочий орган; проводить исследование и оптимизацию технологических параметров работы уборочных машин.

Создание корректной математической модели возможно только с учетом особенностей реального растения: его физиологии и морфологии, механических свойств биологических тканей стебля, поведения стебля под действием внешней нагрузки, а также других факторов. Между тем, до настоящего времени в учебной и специализированной литературе почти полностью отсутствуют подобные модели растений и не дана классификация стебля растения как объекту механики твердого деформируемого тела.

Морфология стебля с позиций механики

Первые сведения об естественнонаучных исследованиях физико-механических свойств компонент растений, составляющих конструкцию материала стебля, относятся к концу XIX века, их проводили европейские ученые Швенденер¹ (1873), Венцирль (1878), Детлефсен и Циммерман (1884).

В начале и середине XX века проблеме исследования физико-механических свойств различных тканей растений посвящены работы В.Ф. Раздорского, которым была разработана теория специальной архитектоники растений. Согласно этой теории, все ткани растений были впервые разделены по функциональному назначению: покровные, механические, обслуживающие и т.д. При этом экспериментально было установлено, что предел упругости и предел прочности на растяжение механических тканей растений по величине близок к конструкционной стали, а упругие свойства сохраняются вплоть до момента разрушения. Обслуживающие ткани

имеют более низкий предел прочности, но способны упруго деформироваться на 30–40%.

Таким образом, было экспериментально доказано, что растение состоит из набора материалов, различных по своим физико-механическим свойствам. С точки зрения современной механики твердого деформируемого тела, исследования В.Ф. Раздорского и других ученых позволяют утверждать, что стебель культурной пшеницы является деформируемым не сплошным телом, которое обладает конструкционной анизотропией и неоднородностью [1, 3–7]. Исследование напряженно-деформированного состояния стебля растения как неоднородного анизотропного тела является сложной задачей математики и механики, выходящей за рамки классической теории упругости. Подобные задачи возникают при расчете напряженно-деформированного состояния композитных материалов, который выполняется, как правило, на основе численных методов и использования ЭВМ [8-11]. В случае расчета напряженно-деформированного состояния стебля учет неоднородности и анизотропии осложняется малым физическим размером элементов исследуемого объекта. Размер приведенных на фотографиях (рис. 1) поперечных срезов стебля пшеницы составляет менее 3 мм, толщина стенки ~ 0,5 мм. Размер конструктивных элементов стенки трубчатого сечения междоузлия менее 0,05 мм.

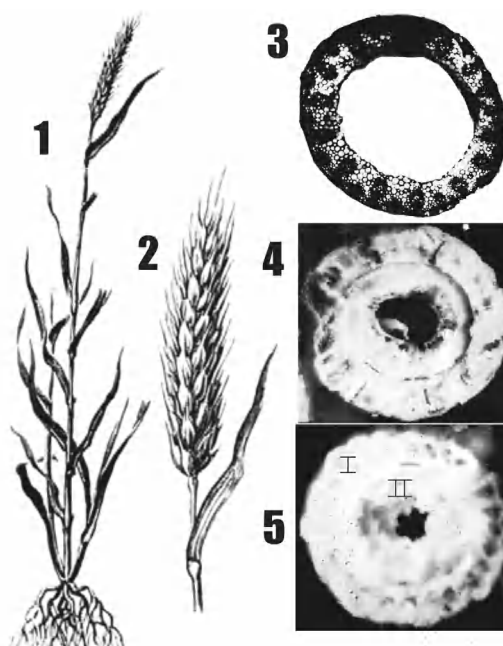


Рис. 1. Общий вид растения пшеницы (1) и колоса (2), а также фотографии поперечного сечения: 3 – междоузлие [1]; 4 – узел воздушно-сухого стебля; 5 – узел растения в зеленой стадии роста [2]

¹Швенденер Симон (нем. Schwendener) – немецкий ботаник, родился в 1829 в Буксе (Швейцария), профессор Берлинского университета, разработал механические законы строения и развития растений: «Das mechanische Prinzip im anatomischen Bau der Monocotyledonen» (Лейпциг, 1874). Показано, что у однодольных имеется особая механическая ткань, служащая этим растениям скелетом и расположенная в их органах так, чтобы придать последним наибольшую прочность. Другие работы: «Mechan. Theorie der Blattstellung» (1878), «Gesam. botan. Mittheilungen» (1898).

Основные физико-механические свойства стеблей. Особенности стеблей деформирования внешними силами

Развитие механизации сельского хозяйства, создание технических средств и уборочных технологий в СССР в 30-х годах XX века потребовали проведения масштабных научных исследований по изучению конструкционных физико-механических свойств и геометрических параметров стеблей злаковых культур. Разработке экспериментальных устройств, методик проведения эксперимента, анализу результатов экспериментального исследования свойств сельскохозяйственных растений посвящены труды института ВИСХОМ [16, 17]. В дальнейшем изучению технологических свойств стеблей растений было посвящено значительное количество научных исследований [1, 2, 5, 6, 12–16, 18–21]. Прикладные экспериментальные

исследования были направлены на получение физико-механических свойств и геометрических параметров, характеризующих механическое поведение стебля как конструкции [1, 3, 4, 14–17, 22–25]. В частности были определены сортовые усредненные показатели по пределу прочности стеблей зерновых культур при растяжении $\sigma_B = 112,407$ МПа, конструкционному модулю упругости $E = 4,67 \dots 7,48$ ГПа, разработаны методики и определены значения осевого момента инерции поперечного сечения стебля $J = (3,41 \dots 7,32) \cdot 10^{-12}$ м⁴ [1, 25, 26].

Важнейшим технологическим свойством стебля злаковой культуры является его деформируемость под действием внешней нагрузки. Экспериментальным исследованиям характера деформирования (формы стебля, перемещения стебля) сельскохозяйственных растений посвящены работы [19, 31, 36, 37, 106, 112].

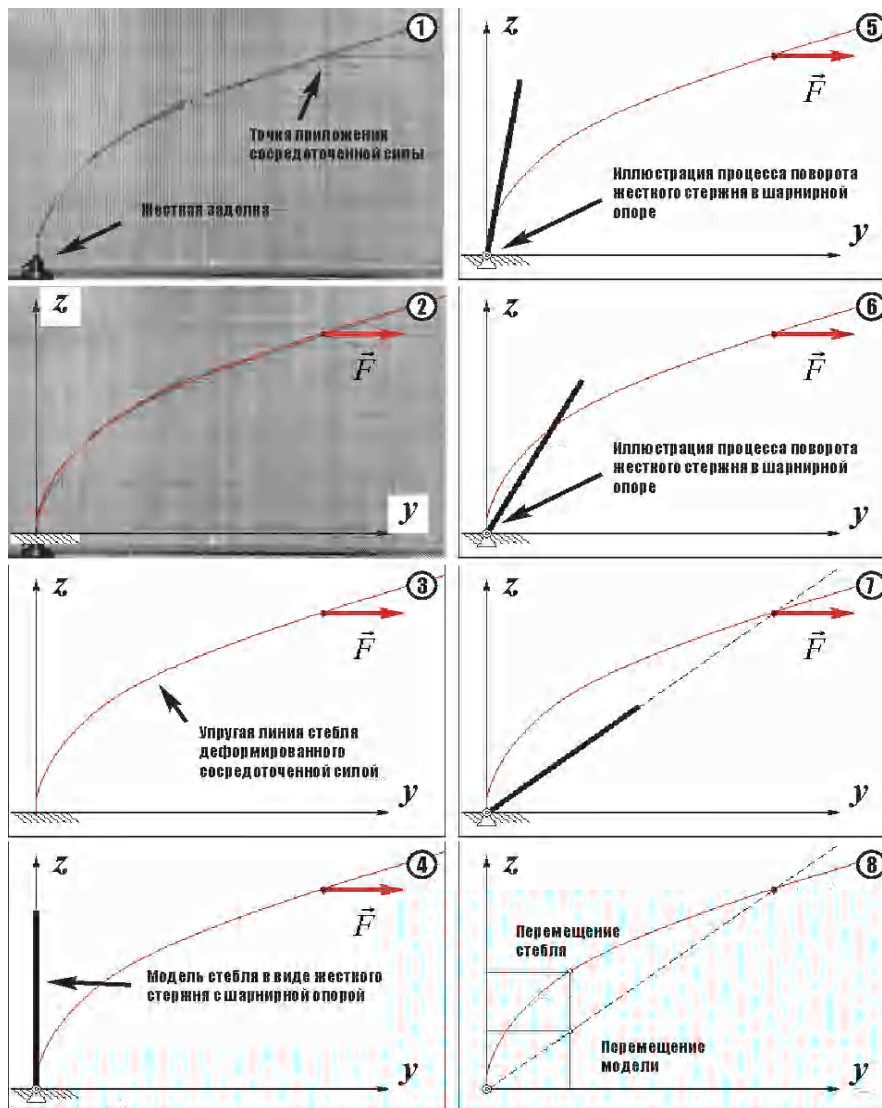


Рис. 2. Фотография деформированного состояния стебля пшеницы и его сравнение с абсолютно жестким, шарнирно закрепленным стержнем [2]



В работе [2] проведен эксперимент, в ходе которого стебель злаковой колосовой культуры был жестко закреплен одним концом, а затем нагружен в произвольной точке стебля сосредоточенной силой, перпендикулярной к исходному состоянию стебля.

На рисунке 2 приведена фотография деформированного состояния стебля и выполнено его сравнение с существующими иллюстрациями положения растения в виде прямой линии [12, 30–32]. Из фотографии следует, что статическое деформированное состояние стебля одной сосредоточенной силой описывается геометрически нелинейной функцией и существенно отличается от иллюстраций растения в виде прямой линии, используемых в расчетных технологических схемах.

Фактические перемещения стебля пшеницы под действием заданной нагрузки существенно, в несколько сотен раз, превышают размеры поперечного сечения стебля. В этом случае нарушается линейная взаимосвязь между приложенной к стеблю силой и возникающим перемещением, т.е. закон Гука недействителен и имеет место геометрически нелинейное деформирование стержня.

В 1966 году В. Ф. Семенов впервые указал на геометрическую нелинейность деформированного состояния стебля [23, 29]. Одновременно с работами В. Ф. Семенова факт геометрически нелинейного деформирования был подтвержден в научных исследованиях Е. С. Босого [27, 28].

Рисунки и схемы, подтверждающие фотографии (рис. 3), иллюстрирующие большие, геометрически нелинейные перемещения стебля, до настоящего времени приводятся авторами различных научных работ при определении технологических и конструктивных параметров рабочих органов зерноуборочных жаток и разработке методик расчета полегания растений [12, 25, 20, 24].

Модель растения.

Классификация стебля как объекта механики.

Основные гипотезы и допущения

С позиций механики твердого деформируемого тела и геометрической классификации объектов внешнего мира стебель растения злаковой культуры является стержнем. Проведенные в 30–50-х годах экспериментальные исследования создали предпосылки для формирования представления о том, что реальный стебель растения может быть заменен прямолинейным деформируемым однородным изотропным стержнем, жестко защемленным одним торцом [3, 18, 20, 23, 27, 29, 33–39]. Учитывая имеющиеся экспериментальные сведения о геометрической нелинейности (нарушении закона Гука) между перемещениями стебля и внешней приложенной силой, перемещения стебля классифицируются как большие или геометрически нелинейные. Следовательно, расчет напряженно-деформированного состояния стебля возможен на основе уравнений механики гибких стержней [40].

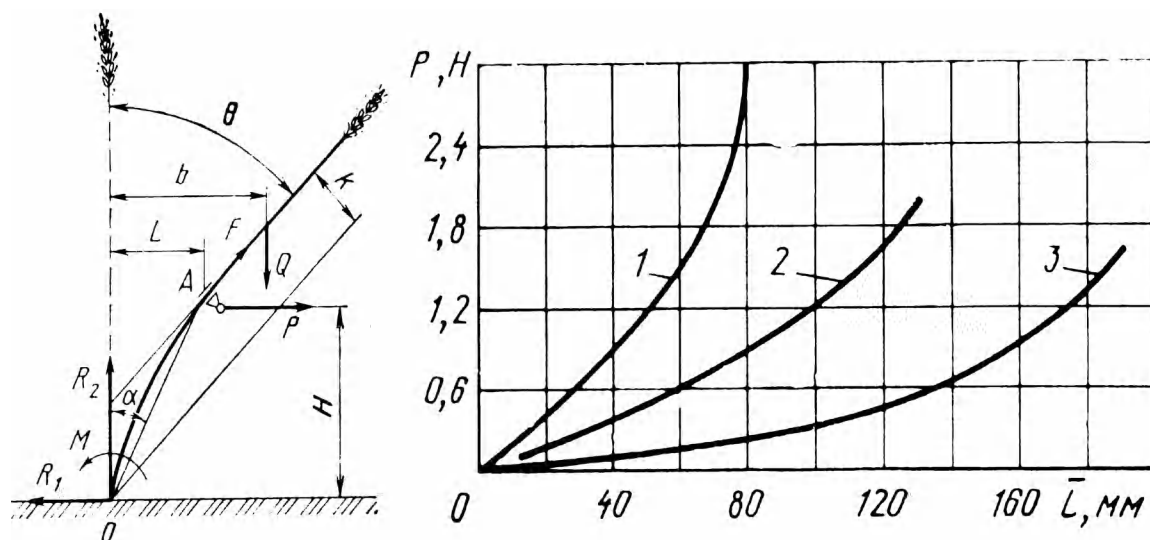


Рис. 3. Схема проведения эксперимента и экспериментальная зависимость между горизонтальной силой P , приложенной к стеблю на высоте H (1 – 50 мм; 2 – 100 мм; 3 – 200 мм), и перемещениями L точки приложения силы [12]

Задача расчета пространственного деформированного состояния гибкого стержня связана с решением системы (1) дифференциальных нелинейных уравнений [40–44].

$$\begin{cases} \frac{d\tilde{Q}}{d\varepsilon} + \kappa \times Q + P = 0; \\ \frac{d\tilde{M}}{d\varepsilon} + \kappa \times M + e_1 \times Q + T = 0; \\ M = A(\kappa - \kappa_0^{(1)}); \\ L_1 \frac{d\tilde{\vartheta}}{d\varepsilon} + L_2 \kappa^{(1)} - A^{-1}M = 0; \\ \frac{d\tilde{u}}{d\varepsilon} + \kappa \times u + (\ell_{11} - 1)e_1 + \ell_{21}e_2 + \ell_{31}e_3 = 0, \end{cases} \quad (1)$$

где $P = q + \sum_{i=1}^n P^{(i)} \delta(\varepsilon - \varepsilon_i)$;

$$L = \begin{bmatrix} \cos \vartheta_2 \cos \vartheta_3 & \cos \vartheta_2 \sin \vartheta_3 \cos \vartheta_1 + \sin \vartheta_2 \sin \vartheta_1 & \cos \vartheta_2 \sin \vartheta_3 \sin \vartheta_1 - \sin \vartheta_2 \cos \vartheta_1 \\ -\sin \vartheta_3 & \cos \vartheta_1 \cos \vartheta_3 & \cos \vartheta_3 \sin \vartheta_1 \\ \sin \vartheta_2 \cos \vartheta_3 & \sin \vartheta_2 \sin \vartheta_3 \cos \vartheta_1 - \cos \vartheta_2 \sin \vartheta_1 & \sin \vartheta_2 \sin \vartheta_3 \sin \vartheta_1 + \cos \vartheta_2 \cos \vartheta_1 \end{bmatrix},$$

$$L_1 = \begin{bmatrix} \cos \vartheta_2 \cos \vartheta_3 & 0 & -\sin \vartheta_2 \\ -\sin \vartheta_3 & 1 & 0 \\ \sin \vartheta_2 \cos \vartheta_3 & 0 & \cos \vartheta_2 \end{bmatrix}, \quad E = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} GJ_\kappa & 0 & 0 \\ 0 & EJ_x & 0 \\ 0 & 0 & EJ_y \end{bmatrix}, \quad L_2 = L - E.$$

$$T = \mu + \sum_{v=1}^p T^{(v)} \delta(\varepsilon - \varepsilon_i).$$

Q, M – главные векторы внутренних сил и моментов;

$q, \mu, P^{(i)}, T^{(v)}$ – векторы распределенной и сосредоточенной внешней нагрузки на стержень;

$\kappa, \kappa_0^{(1)}$ – векторы, характеризующие кривизны и кручение упругой линии стержня в деформированном и недеформированном состоянии;

u – вектор перемещений упругой линии;

ϑ – вектор самолетных углов;

e_{j0}, e_j – базисы подвижных связанных систем координат, определяющих деформированное состояние стержня до и после нагружения;

E, G – модули упругости первого и второго рода;

J_κ, J_x, J_y – осевые моменты инерции;

δ – дельта функция Дирака.

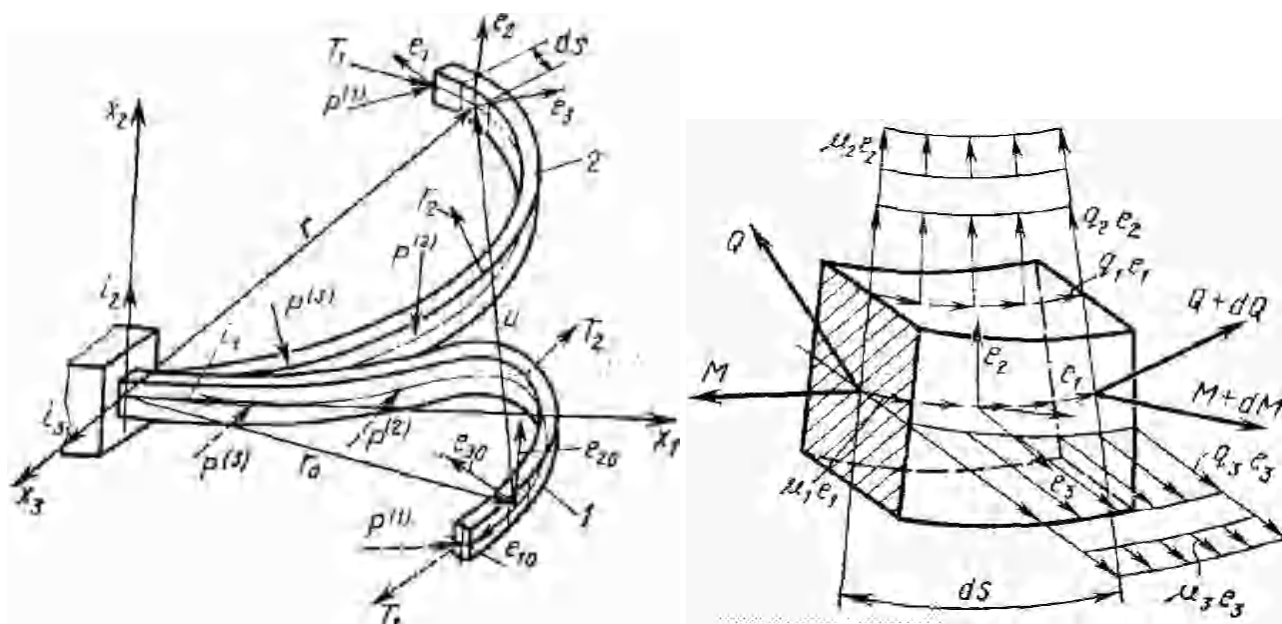


Рис. 4. Схемы к выводу дифференциальных уравнений равновесия малого элемента гибкого стержня [40]



При выводе уравнений приняты гипотезы и допущения: сечения стержня плоские до деформации остаются плоскими и после деформации (гипотеза Бернулли); размеры сечения малы по сравнению с длиной стержня и радиусом его кривизны; осевая линия считается не растяжимой; не учитываются местные напряжения вблизи приложенной нагрузки (принцип Сен-Венана).

Таким образом, при расчете гибких стержней отказываются от принципа независимости действия сил и гипотезы неизменности начальных размеров тела. В этой связи решение системы уравнений (1) является достаточно сложной задачей математики [35, 43, 44]. В настоящее время в сельскохозяйственной механике при обосновании технологических параметров уборочных машин уравнения равновесия (1) не рассматриваются, а их решение не приводится. Данный факт связан как со сложностью рассматриваемой задачи, так и с тем, что механика гибких стержней как раздел строительной механики сельскохозяйственных машин не читается для студентов, обучающихся по соответствующим направлениям и специальностям.

Выводы

1. Стебель растения злаковой культуры может быть представлен в виде прямолинейного деформируемого однородного изотропного стержня с постоянной изгибной жесткостью.

2. Расчет напряженно-деформированного состояния стебля в рамках задачи анализа технологического процесса уборочных машин может быть осуществлен на основе решения системы нелинейных дифференциальных уравнений равновесия малого элемента гибкого стержня.

Список литературы

1. Ролдугин С. Н., Батуев А. Н. Способ определения площади плоских фигур с помощью люксметра Ю-116 // Вестник ЧГАУ. 1994. Т. 1.

2. Гутров М. А. Определение параметров зерноуборочных жаток на основе математического моделирования технологического процесса : дис. ... канд. техн. наук. Челябинск : ФГОУ ВПО «Челябинский государственный агроинженерный университет», 1999. 211 с.

3. Саркисян Г. М. Исследование архитектоники стеблей пшеницы и их сопротивляемости различным видам деформаций применительно к вопросам механизации уборочных работ : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ереван, 1970.

4. Физиология сельскохозяйственных растений : в 12 томах. Т. 4 : Физиология пшеницы. М., МГУ, 1969. 554 с.

5. Потемина Э. Л., Босой Е. С. Исследование специальной архитектоники стеблей некоторых сельскохозяйственных культур // Конструирование рабочих органов сельскохозяйственных машин : сб. статей. Ростов-на-Дону, 1973.

6. Гутров М. А. Исследование физико-механических свойств стебля злаковой культуры акустическим способом // Тезисы докладов Междунар. науч.-техн. конф. «Проблемы совершенствования зерноуборочной техники: конструирование, организация производства, эксплуатация и ремонт». Ростов-на-Дону, 1999.

7. Александров В. Г. Анатомия растений. М. : Советская наука, 1966.

8. Работнов Ю. Н. Механика деформируемого твердого тела : учеб. пособ. для вузов. 2-е изд., испр. М. : Наука. гл. ред. физ.-мат. лит., 1988. 712 с.

9. Численные методы решения задач строительной механики : справ. пособие / В. П. Ильин, В. В. Карпов, А. М. Масленников ; под общ. ред. В. П. Ильина. Мн. : Выш. шк., 1990. 349 с. : ил.

10. Скарборо Д. Численные методы математического анализа. М. ; Л. : Гос. техн.-теоретич. изд-во, 1943. 439 с.

11. Тимошенко С. П., Гудьер Дж. Теория упругости : пер. с англ. / под. ред. Г. С. Шапиро. 2-е изд. М. : Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1979. 560 с.

12. Иванцов В. И., Солошенко О. И. Валковые жатки. М. : Машиностроение, 1984. 200 с., ил.

13. Семенов В. Ф. К обоснованию допустимого отгиба стеблей в режущих аппаратах уборочных машин // Долговечность и надежность сельскохозяйственных машин : сб докладов. М. : Машиностроение, 1966. № 3. С. 10–14.

14. Дутов В. Д. О некоторых физико-механических свойствах стеблей растений // Труды Новосибирского сельскохозяйственного института. 1964. Т. 25. № 5. С. 108–113.

15. Егорова Т. И. О колебаниях стеблей под воздействием ударов // Земледельческая механика. 1968. Т. 10. 1968. С. 110–121.

16. Физико-механические свойства сельскохозяйственных растений как основание для проектирования сельскохозяйственных машин // Труды лаборатории ВИСХОМ. М., 1939. С. 214.

17. Физико-механические свойства растений, почв и удобрений. М. : Колос, 1970. 223 с. (Всесоюзный научно-исследовательский

институт сельскохозяйственного машиностроения им. В. П. Горячкина ВИСХОМ).

18. Рустамов С. Н. Физико-механические свойства растений и совершенствование режущих аппаратов уборочных машин. Киев-Донецк, 1981. С. 47–104.

19. Гутров М. А. Автоматизированная установка для исследования деформированного состояния моделей гибких стержней // Тезисы докладов научно-технической конференции, посвящ. 65-летию университета «Проблемы прочности и неразрушающего контроля элементов транспортных конструкций». Новосибирск, 1997. С. 168.

20. Моисеенко О. В. Исследование параметров и режимов работы приспособления для образования стерневых кулис : автореф. дис. ... канд. технических наук. Челябинск : ФГОУ ВПО «Челябинский государственный агроинженерный университет», 2008. 24 с.

21. Мамаев А. Г. Обоснование конструктивных и технологических параметров активного винтового стеблеподъемника для уборки полеглых хлебов : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, ГНУ СибИМЭ СО Россельхозакадемии, 2007. 19 с.

22. Головкин А. Н. К вопросам деформации стеблей при безопорном срезе // Конструирование рабочих органов сельскохозяйственных машин : сб. статей. Ростов-на-Дону, 1973.

23. Семенов В. Ф. Упругость стеблей сельскохозяйственных культур // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства. 1966. № 8. С. 8–9.

24. Босой Е. С., Чекановкин А. А. Физико-механические явления при резании грубостебельных сельскохозяйственных культур. Ростов-на-Дону : РИСХМ, 1979. 47 с.

25. Лукьянова И. В. Анализ видовых и сортовых особенностей устойчивости стеблей зерновых культур к полеганию с учетом их физико-механических свойств и архитектоники для использования в селекции : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Краснодар : ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2008. 51 с.

26. Гутров М. А. Определение геометрических характеристик и поперечных сечений стебля с использованием ЭВМ // Вестник Челябинского государственного агроинженерного университета. 1995. Т. 12.

27. Босой Е. С. Режущие аппараты уборочных машин (теория и расчет). М. : Машиностроение, 1967. С. 19–44.

28. Босой Е. С. Механико-технологические основы процесса резания стеблей сельскохозяйственных растений режущими аппаратами уборочных машин : автореф. дис. ... д-ра техн. наук. Киев, 1966. 39 с.

29. Семенов В. Ф. Исследование отгиба стеблей в режущих аппаратах уборочных машин при работе на повышенных скоростях : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Ростов-на-Дону, 1966. 21 с.

30. Летошнев М. Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и испытание. М. ; Л. : Государственное издательство с.-х. литературы. 1955.

31. Долгов И. А. Уборочные сельскохозяйственные машины (конструкция, теория, расчет) : Учебник. Ростов-на-Дону : Издательский центр ДГТУ, 2003. 707 с.

32. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин / Е. С. Босой [и др.]. М. : Машиностроение, 1977. 586 с.

33. Гурий Б. Н. Обоснование рациональной схемы универсального мотвила к шнековой жатке и исследование его работы при прямом комбайнировании низкорослых зерновых культур : автореф. дис. ... канд. техн. наук. Целиноград, 1979. 28 с.

34. Айтуреев А. М., Соснин В. А. О закономерности прогиба сельскохозяйственных растений // Труды Казахского СХИ. 1971. Т. XIV. Вып. 1 : Вопросы механизации и электрификации сельскохозяйственного производства. С. 56–71.

35. Жилкин В. А. Гутров М. А. Определение усилий подвода группы стеблей к режущему аппарату жаток зерноуборочных машин // Вестник Челябинского государственного агроинженерного университета. 1998. Т. 26.

36. Гутров М. А. Расчет силы контактного взаимодействия граблины мотвила с одним стеблем злаковой колосовой культуры // Вестник Челябинского государственного агроинженерного университета. 1999. Т. 28.

37. Ваншток А. С. Влияние длительного намкания стебля пшеницы и его прочность. Селекция и семеноводство. 1974. № 6. С. 72.

38. Ваншток А. С. О возможности применения математических методов исследования в селекции растений // Материалы научно-технической конференции Алтайского СХИ «Резервы сельскохозяйственного производства» : сб. науч. работ. Вып. 11 : Растениеводство. Птицеводство. Барнаул : Алтайское книжное издательство, 1971. С. 143–150.



39. Ваншток А. С. Предвычисления по-
легаемости пшеницы. Отчет НИО № 5085785.
Барнаул : Алтайский НИИ сельского хозяйства,
1968. 46 с.

40. Светлицкий В. А. Механика стержней :
учебник для вузов ; в 2-х ч. М. : Высш. шк.,
1987. Ч. 1 : Статика. 320 с. : ил.

41. Светлицкий В. А. Механика стержней :
учебник для вузов ; в 2-х ч. М. : Высш. шк.,
1987. Ч. 2 : Динамика. 304 с. : ил.

42. Светлицкий В. А. Механика трубопро-
водов и шлангов. М. : Машиностроение, 1982.
280 с.

43. Попов Е. П. Теория и расчет гибких
упругих стержней. М. : Наука. Гл. ред. физ.-мат.
лит., 1986. 296 с.

44. Попов Е. П. Нелинейные задачи стати-
ки тонких стержней. М. ; Л. : Гостехиздат, 1948.
170 с.

Гутров Михаил Александрович, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Приклад-
ная механика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: gma74@mail.ru.

* * *

УДК 633.1+531.22

РАСЧЕТ УСКОРЕНИЙ КОЛОСА ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ РАСТЕНИЯ С МОТОВИЛОМ

М. А. Гутров

На основе известного аналитического решения механики твердого деформируемого тела в статье рассматривается задача о свободных колебаниях растения злаковой колосовой культуры, возникающих в результате поперечного абсолютно упругого удара по нему планкой мотвила. Геометрическая модель недеформированного стебля растения представлена в виде прямолинейного изотропного стержня с постоянной по длине изгибной жесткостью. Массово-геометрические параметры колоса, а также условия закрепления растения учитываются в виде краевых условий. Решение задачи о свободных колебаниях стебля выполнено на основе расчета функции упругой линии стержня, являющейся известным решением дифференциального уравнения четвертого порядка, записанного в частных производных. Аналитическая форма записи движения упругой линии стебля выполнена с применением функций Крылова и рядов Фурье при известных условиях на краю стержня и начальных условий его движения. Решение задачи о свободных колебаниях стебля после упругого соударения с планкой мотвила позволило рассчитать скорости и ускорения растения в зоне колоса. Кроме этого, представленное решение позволяет ввести в сельскохозяйственную механику новый критерий ударности взаимодействия планки и растения. Критерий заключается в расчете периода изгибных колебаний растения на первой частоте и сопоставлении этого расчетного значения с общим временем взаимодействия планки с растением.

Ключевые слова: зерно, стебель, колос, удар, потери зерна, уравнение движения, собственные частоты, ускорения.

Согласно современным агротехническим и технологическим требованиям, предъявляемым к работе зерноуборочных жаток, взаимодействие ее рабочих органов с убираемой хлебной массой должно соответствовать минимальным потерям свободным зерном. Величина потерь является важнейшим и основным критерием качества работы уборочной техники. До настоящего времени в технологических и конструкторских расчетах зерноуборочной техники для определения потерь зерна используются полностью экспериментальные методы, которые основаны на подсчете количества зерен, потерявших связь с колосом и упавших на почву.

Различными исследователями [1, 6, 7] указывается на то, что главной причиной возникновения потерь свободным зерном является ударное взаимодействие планки мотвила и сельскохозяйственного растения. В настоящее время современные технологические параметры работы зерноуборочной жатки выбираются по критерию безударности взаимодействия планки мотвила с растениями. Технологический критерий безударности работы мотвила широко известен [7] и сформулирован на ошибочных представлениях о том, что удар будет отсутствовать, если будет равна нулю одна из составляющих абсолютной скорости планки



мотовила при вхождении в хлебную массу. При этом существующий критерий не учитывает тот факт, что при оценке взаимодействия по шкале «есть удар», «нет удара» важно значение относительной скорости двух тел, а не составляющая абсолютной скорости одного из тел.

С другой стороны, оценка «ударности» контакта двух тел возможна в том случае, если взаимодействующие тела (или одно из взаимодействующих тел) рассматриваются как деформируемые объекты. Существующий технологический критерий отсутствия удара между планкой и убираемым растением не учитывает ни одно из вышеуказанных замечаний и мало соответствует современным представлениям о механике удара двух тел и более [2, 3].

Между тем, до настоящего времени все механические процессы, происходящие при ударе планки по растению, являются малоизученными. Это обусловлено тем, что растение как биологический объект обладает сложными геометрическими параметрами и физико-механическими свойствами, что затрудняет описание биологического объекта с позиций механики твердого деформируемого тела. Математическое описание удара двух тел с учетом возникновения и развития локальных деформаций, наличия отраженных изгибных волн требует использования нетривиальных подходов к решению этой задачи, которая должна решаться на стыке сельскохозяйственной механики и механики сплошных сред.

Ниже рассматривается механический контакт растения с планкой как взаимодействие деформируемого стержня с абсолютно жестким, недеформируемым телом. Предполагается, что контакт является абсолютно упругим, из-за следующих условий взаимодействия:

- наличие ненулевой относительной скорости (скорости удара) движения планки и растения;
- большое превышение изгибной жесткости планки над жесткостью поперечного сечения отдельного стебля;
- значительные различия в массово-геометрических параметрах взаимодействующих тел.

Это означает, что после первоначального удара точка контакта между стеблем и планкой исчезает, а стебель растения деформируется и начинает совершать свободные изгибные колебания. Рассчитаем перемещения, скорости и ускорения, действующие на растение в процессе его движения, после потери точки контакта с планкой мотовила.

Известно решение задачи о свободных изгибных колебаниях растения злаковой культуры как твердого деформируемого тела с распределенной массой [1]. Растение геометрически моделировано в виде деформируемого ступенчатого стержня с равномерно распределенной массой (рис 1). Исследование свободных колебаний растения основано на расчете функции упругой линии стержня, являющейся известным решением дифференциального уравнения четвертого порядка в частных производных:

$$\frac{\partial^4 y}{\partial z^4} + \frac{m}{EJ_x} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = 0, \quad (1)$$

где m – интенсивность распределенной массы стебля;

EJ_x – изгибная жесткость поперечного сечения стержня.

Уравнение (1) имеет решение в замкнутой форме [2, 3]. Полагая, что искомая функция упругой линии стебля может быть представлена в виде $y(z,t) = Y(z)T(t)$, уравнение в частных производных (1) заменяется системой двух обыкновенных дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} T(t)'' + \omega^2 T(t) = 0; \\ Y(z)'''' - \alpha^4 Y(z) = 0, \end{cases} \quad (2)$$

где $\alpha^4 = \omega^2 \frac{m}{EJ_x}$;

ω – частота собственных колебаний (2).

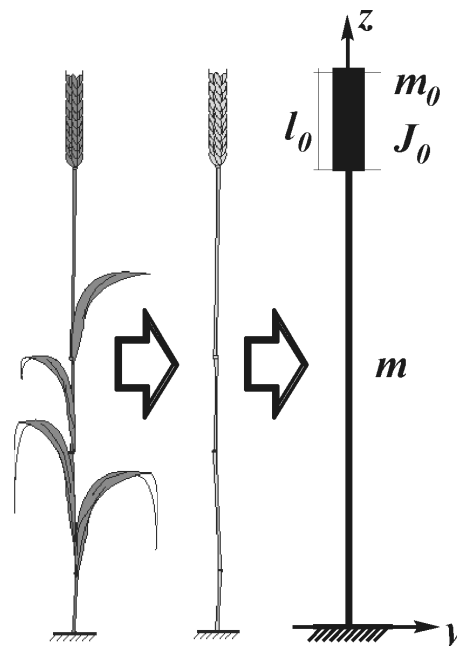


Рис. 1. Расчетная схема растения, учитывающая массовые и геометрические параметры растения

Поиск решения второго уравнения системы (2) найдем в виде суммы произведений постоянных интегрирования C_i и функций Крылова K_i :

$$Y(z) = \sum_{i=1}^4 C_i K_i. \quad (3)$$

Функции Крылова K_i являются табулированными и представляют собой тригонометрические функции в виде:

$$K = \begin{pmatrix} 0,5(ch(\alpha z) + \cos(\alpha z)) \\ 0,5(sh(\alpha z) + \sin(\alpha z)) \\ 0,5(ch(\alpha z) - \cos(\alpha z)) \\ 0,5(sh(\alpha z) - \sin(\alpha z)) \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Краевые условия интегрирования уравнения (1) для расчетной схемы (рис. 1) для жесткой заделки будут равны: $Y(0) = 0$, $Y'(0) = 0$.

На свободном конце стержня

$$Y''(l) = J_0 \omega^2 Y'(EJ)^{-1}, \quad Y'''(l) = -m_0 \omega^2 Y(EJ)^{-1}.$$

С учетом того, что $K_1(0) \neq 0 \Rightarrow C_1 = C_2 = 0$, система алгебраических уравнений для расчета постоянных интегрирования C_i будет иметь вид:

$$\begin{cases} C_3 K_1 + C_4 K_2 = \frac{J_0 \omega^2}{\alpha^2 EJ} Y'; \\ C_3 K_4 + C_4 K_1 = -\frac{m_0 \omega^2}{\alpha^3 EJ} Y. \end{cases} \quad (5)$$

Расчет определителя системы (5), с учетом соотношений $\omega^2 = \alpha^4 \frac{EJ}{m}$, $J_0 = \frac{m_0 l_0^2}{12}$, $Y = C_3 K_3 + C_4 K_4$, $Y' = C_3 K_2 + C_4 K_3$, приводит к поиску корней частотного трансцендентного уравнения в виде:

$$\frac{K_2 - \frac{K_1 + k_m \alpha K_4}{K_4 + k_m \alpha K_3} K_1}{K_3 - \frac{K_1 + k_m \alpha K_4}{K_4 + k_m \alpha K_3} K_2} = k_m k_l^2 \alpha^2 \frac{l^2}{12}, \quad (6)$$

где $k_m = \frac{m_0}{m}$ – коэффициент, выражающий отношение массы колоса m_0 и распределенной массы стебля m ;

$k_l = \frac{l_0}{l}$ – безразмерный коэффициент, выражает отношение длины колоса к длине стебля растения.

С учетом экспериментальных сведений о массово-геометрических параметрах растений злаковых колосовых культур (пшеница, рожь, ячмень) [4, 5, 6] значения коэффициентов массы и длины приняты для середины диапазонов $k_m = 0,861 \dots 1,205$ (середина $k_m = 1,03$), $k_l = 0,089 \dots 0,117$ (среднее значение $k_l = 0,10$). Результаты расчета первых 8 корней уравнения (6) для фиксированных значений высоты растений l приведены в таблице 1.

По расчетным значениям α_i вычислим ряд значений круговых частот стебля:

$$\omega_i = \alpha_i^2 \sqrt{\frac{EJ}{m}}. \quad (7)$$

Период свободных колебаний вычислим по зависимости:

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = \frac{2\pi}{\alpha_i^2 \sqrt{\frac{EJ}{m}}}. \quad (8)$$

Расчетные значения частот первого тона для растений различной высоты и жесткости поперечного сечения приведены в виде графиков (рис. 2). Из рисунка следует, что значение периода первого тона для всего диапазона длин стеблей растений измеряется в секундах. Следовательно, все механические взаимодействия растения с другими телами, имеющие продолжительность менее 0,1 с, будут являться ударным взаимодействием.

С учетом сведений о расчетных значениях собственных частот колебаний растения (табл. 1) упругая линия стебля $y(z,t) = Y(z)T(t)$ запишется через функции Крылова и ряд Фурье в виде:

Таблица 1

$l, \text{ м}$	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	α_6	α_7	α_8
0,75	1,557	5,34	9,490	13,659	17,838	22,020	26,204	30,390
1,00	1,240	4,028	7,132	10,255	13,387	19,659	22,797	25,936
1,25	1,037	3,24	5,717	8,213	10,716	13,223	15,732	18,242



$$y(z, t) = \left(K_4(\alpha_n, z) - \frac{K_1(\alpha_n, l)}{K_4(\alpha_n, l)} K_3(\alpha_n, z) \right) \times (9) \\ \times (C_4 c_n \cos(\omega_n t) + C_4 d_n \sin(\omega_n t)),$$

где c_n, d_n – начальные условия движения стебля, постоянные интегрирования первого дифференциального уравнения в системе (2).

Пусть в начальный момент времени $t = 0$ перемещения стебля определяет непрерывная функция $f(z)$, а скорости стержня удовлетворяют функции $v(z)$. Тогда из (9), учитывая, что функции Крылова зависят только от координаты z , имеем две формулы:

$$y(z, 0) = f(z) = \left(K_4(\alpha_n, z) - \frac{K_1(\alpha_n, l)}{K_4(\alpha_n, l)} K_3(\alpha_n, z) \right) C_4 c_n; \quad (10)$$

$$\dot{y}(z, 0) = v(z) = \left(K_4(\alpha_n, z) - \frac{K_1(\alpha_n, l)}{K_4(\alpha_n, l)} K_3(\alpha_n, z) \right) C_4 d_n \omega_n. \quad (11)$$

Формулы для расчета постоянных интегрирования, учитывающих начальные условия движения стебля:

$$c_n = \frac{1}{C_4} \frac{\int_0^l f(z) \left(K_4(\alpha_n, z) - \frac{K_1(\alpha_n, l)}{K_4(\alpha_n, l)} K_3(\alpha_n, z) \right) dz}{\int_0^l \left[K_4(\alpha_n, z) - \frac{K_1(\alpha_n, l)}{K_4(\alpha_n, l)} K_3(\alpha_n, z) \right]^2 dz}, \quad (12)$$

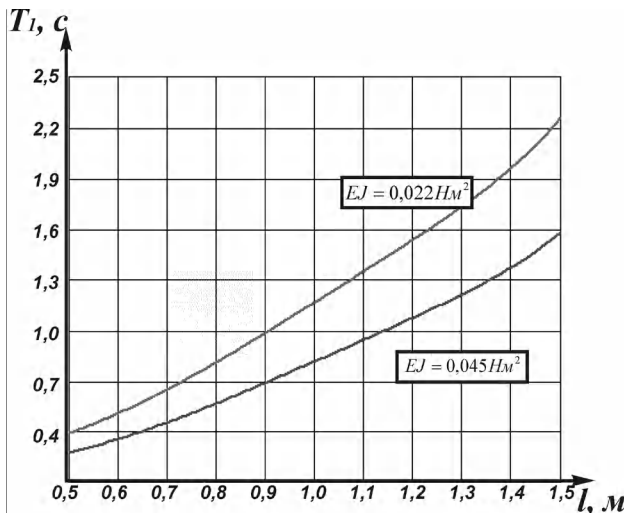


Рис. 2. Зависимость периода собственных колебаний на первой частоте от высоты растения l и жесткости EJ поперечного сечения стебля

$$d_n = \frac{1}{C_4} \frac{\int_0^l v(z) \left(K_4(\alpha_n, z) - \frac{K_1(\alpha_n, l)}{K_4(\alpha_n, l)} K_3(\alpha_n, z) \right) dz}{\omega_n \int_0^l \left[K_4(\alpha_n, z) - \frac{K_1(\alpha_n, l)}{K_4(\alpha_n, l)} K_3(\alpha_n, z) \right]^2 dz}. \quad (13)$$

Рассчитаем движение растения как результат удара планки мотовила по его стеблю. При этом полагаем, что удар является абсолютно неупругим, а деформацией ударяющего тела будем пренебрегать, т.е. планка мотовила является абсолютно жесткой, недеформируемой. Вычисления проведем по первым 8 формам, вычисленным ранее (табл. 1). Исходные данные: $l = 0,75$ м, $EJ = 0,022$ Нм².

Начальные параметры движения: перемещения отсутствуют $f(z)_{t=0} = 0$, начальные скорости точек стебля определены функцией $v_{t=0} = v(z)$, график которой приведен на рисунке 3. Характеристики функции $v_{t=0} = v(z)$ выбраны на основе кинематических параметров движения планки мотовила. Предполагается, что в момент удара планка сообщает стеблю растения скорость на участке шириной 0,15 м. Максимум начальной скорости стебля $v_{t=0} = v(z)_{\max} = 2,2$ м/с соответствует середине участка контакта.

Форму упругой линии стебля рассчитаем для моментов времени

$$t = \begin{pmatrix} 0.005 \\ 0.010 \\ 0.015 \\ 0.020 \end{pmatrix}, \text{ с.} \quad (14)$$

Графики упругих линий стебля для моментов времени (15) приведены на рисунке 4. Дифференцируя функцию (9) по времени, рассчитаем скорости и ускорения стебля в зоне колоса (рис. 5).

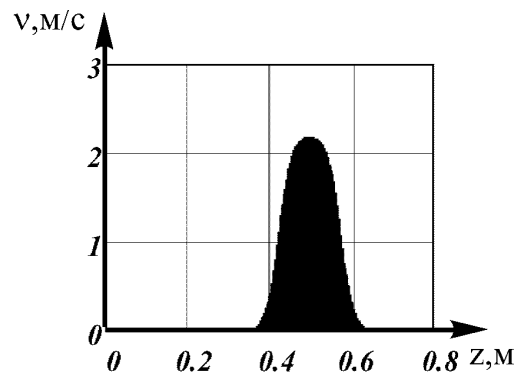


Рис. 3. График функции $v_{t=0} = v(z)$ начальной скорости стебля

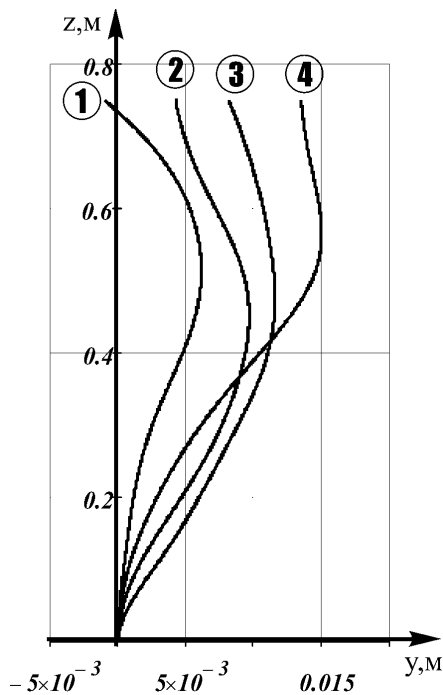
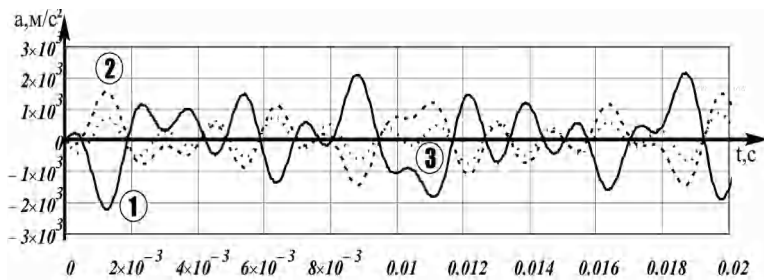
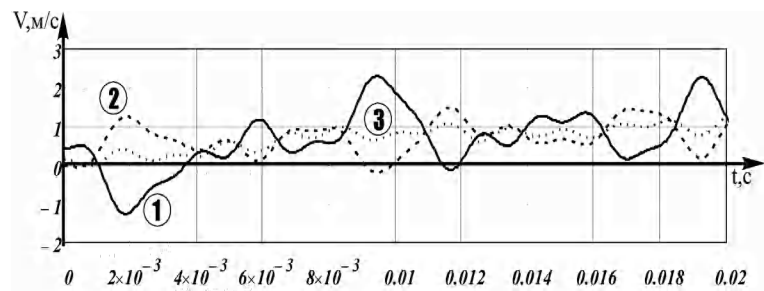


Рис. 4. Деформированный вид стебля растения в процессе свободного движения после контакта с планкой



1 – вершина; 2 – середина; 3 – основание колоса

Рис. 5. Абсолютная скорость и ускорения стебля в зоне колоса

Выводы

1. Для рассматриваемого диапазона длин стеблей злаковых растений период первого тона равен $T_1 = 0,27...2,26$ с, что значительно превышает не только время контакта планки с растением, но и время движения планки по рабочему участку траектории [4, 7]. Данный факт позволяет утверждать, что взаимодействие рабочего органа жатки и растения носит ударный характер.

2. Изгибные деформации стебля, возникающие в результате удара планки по растению, приводят к возникновению незначительных абсолютных скоростей растения, которые в зоне вершины растения (колос) лежат в диапазоне 1–3,5 м/с и соизмеримы со скоростью планки 2 м/с в начальный момент времени взаимодействия. Однако удар планки по растению является причиной больших по величине (более 2000 м/с²) и переменных по направлению абсолютных ускорений колоса, а следовательно, сил инерции, которые приводят к выделению зерна из колоса и образованию потерь в виде свободного зерна [6, 7, 8].

Список литературы

1. Гутров М. А. Насчет периода первого тона свободных колебаний растения злако-

вой культуры // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2010. Т. 12. № 1–2. С. 335–340.

2. Бидерман В. Л. Теория механических колебаний. М.: Высш. шк., 1980. 408 с.

3. Кильчевский Н. А. Теория соударения твердых тел. К.: Наукова думка, 1969. 245 с.

4. Гутров М. А. Определение параметров зерноуборочных жаток на основе математического моделирования технологического процесса: дис. ... канд. техн. наук. Челябинск: ЧГАУ, 1999. 211 с.

5. Лукьянова И. В. Анализ видовых и сортовых особенностей устойчивости стеблей зерновых культур к полеганию с учетом их физико-механических свойств и архитектоники для использования в селекции: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Краснодар: ФГОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», 2008. 51 с.

6. Физико-механические свойства с.-х. растений как основания для проектирования с.-х. машин // Труды лаборатории технологических процессов ВИСХОМ. М.: Всесоюзный науч.-исслед. инст. сельскохозяйственного машиностроения, 1939.

7. Летошнев М. Н. Сельскохозяйственные машины. Теория, расчет, проектирование и ис-



пытание. М. ; Л. : Государственное издательство с.-х. литературы, 1955.

8. Гутров М. А. Экспериментальная установка и методика исследования силы разрушения связи зерна с колосом // Проблемы механи-

ки современных машин : матер. IV Междунар. конференции. Улан-Удэ : Изд-во Восточно-Сибирского государственного технологического университета, 2009. Т. 1. С. 121–124.

Гутров Михаил Александрович, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Прикладная механика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: gma74@mail.ru.

* * *

УДК 633.1+531.22

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ СТЕБЛЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ КУЛЬТУРЫ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ОДНОЙ СИЛЫ

М. А. Гутров, С. Н. Ролдугин

Приведена экспериментальная информация о деформировании жестко закрепленного стебля под действием статически приложенной «мертвой» силы. Цели проведения эксперимента: получение количественных и качественных экспериментальных данных о перемещениях стебля растения злаковой колосовой культуры под действием силы известной величины и направления; проверка гипотезы о больших геометрически нелинейных перемещениях стебля и оценка применимости уравнений механики гибких стержней к оценке деформированного состояния стебля растения сельскохозяйственной культуры. Измерение перемещений стебля проведено на основе оптического способа: оптическое изображение деформированного стебля регистрировалось и обрабатывалось с использованием аналоговых и цифровых приборов. В статье подробно описана схема получения экспериментальных данных. Даны технические характеристики приборов и устройств. Приведена методика проведения эксперимента. Рассчитаны погрешности метода экспериментального определения перемещений стебля, вызванные наличием оптических искажений при реализации выбранного метода измерений. Приведены результаты, экспериментальные данные об упругой линии деформированного стебля с учетом известной погрешности измерений. Сделаны выводы о возможности использования экспериментальных данных для дальнейшего использования в инженерных расчетах, а также с целью верификации существующих и вновь разрабатываемых математических моделей, описывающих деформирование стебля сельскохозяйственного растения.

Ключевые слова: стебель, сила, деформированное состояние, эксперимент, методика, погрешность.

В статьях [6–9] рассматриваются различные расчетные модели деформирования стебля растения злаковой колосовой культуры, созданные с использованием математического описания стебля как жестко закрепленного стержня большой гибкости. Основу таких моделей составляет система дифференциальных уравнений равновесия малого элемента гибкого стержня и ее расчет на основе численных методов решения. Главное достоинство математических моделей стебля, приведенных в указанных источниках, – учет основной особенности деформирования стебля растения – геометрической нелинейности деформаций стебля. Од-

нако в современной литературе имеется мало экспериментальных данных об упругой линии стебля, пригодных для верификации созданных математических моделей. Этот факт явился причиной проведения эксперимента, описанного ниже.

Постановка эксперимента

Перемещения упругой линии стебля, возникающие при его деформировании сосредоточенной силой постоянной величины и направления, определялись экспериментально на основе испытаний стебля длиной 0,75 метра. Средний наружный диаметр стебля составлял 2,76 мм,



изгибная жесткость $0,022 \text{ Нм}^2$, влажность стебля $3,6\%$ (воздушно-сухой стебель). Влажность стебля определялась по стандартной методике, подразумевающей использование печи-сушилки и аналитических весов.

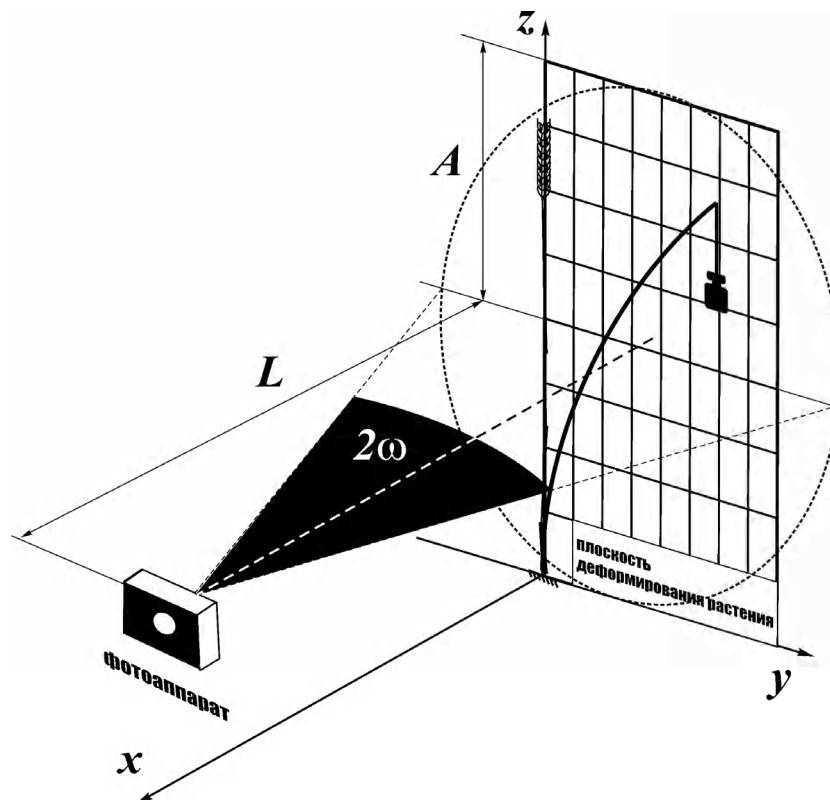
Для эксперимента был предварительно отобран стебель с минимальным количеством узлов и минимальным линейным отклонением, которое не превышало $2\text{--}4 \text{ мм}$ между точками крайних сечений стебля. Общая схема проведения эксперимента приведена на рисунке 1.

Комлевая часть стебля жестко фиксировалась путем ее заливки в металлической трубке клеем *Cyanocrylate Adhesive* или расплавом сургуча. Металлическая трубка (диаметр 5 мм , длина 50 мм , толщина стенки 1 мм) со стеблем фиксировалась в вертикальном положении с помощью механического зажима на жестком основании.

К свободному концу стебля подвешивалась гиря, вес которой соответствовал силе величины $0,1 \text{ Н}$, действующей вдоль осевой линии первоначальной прямолинейного стебля. Процесс деформирования стебля проводился на фоне ортогональной метрической сетки с шагом, равным $0,05 \text{ м}$.

Состояние упругой линии фиксировалось до и после нагружения с помощью фотокамеры «Зенит-Е» и длиннофокусного фотообъектива «Телеар-Н 3,5/200». Технические характеристики техники, использованной при проведении эксперимента, даны в таблицах 1, 2.

После приложения силы к стеблю положение плоскости деформирования стебля является произвольным по отношению к измерительной плоскости. Для проведения измерений необходимо привести плоскость деформирования стебля в компланарное состояние по отношению к плоскости размещения ортогональной сетки. Компланарность двух плоскостей достигалась путем вращения в механическом зажиме металлической трубки вместе с деформированным стеблем и измерительном контроле расстояний между стеблем и плоскостью листа с нанесенной ортогональной сеткой. Плоскость деформирования стебля растения считалась компланарной измерительной плоскости, если расстояния между листом с нанесенной сеткой и стеблем были одинаковыми для точки закрепления стебля и точки приложения силы. Цель такого выравнивания заключается в минимизации геометрических погрешностей измерений.



A – расстояние между линиями ортогональной сетки, видимые на краях поля зрения;
 L – расстояние между регистрируемым объектом и оптической системой

Рис. 1. Схема эксперимента

**Погрешность измерений
и оптические искажения**

Объектив, применяемый для регистрации деформированного состояния стебля, не является ортоскопическим, что приводит к абберации оптического изображения деформированного состояния стебля. В результате измеренные по фотографии перемещения стебля будут содержать ошибку, связанную с искажением линейных размеров – дисторсию оптического изображения [1]. Для идеальной оптической системы длина l'_0 измеренного отрезка, не содержащего оптической абберации, равна

$$l'_0 = f'_k \operatorname{tg} \omega, \quad (1)$$

где f' – фокусное расстояние фотообъектива;
 ω – угол поля зрения оптической схемы эксперимента.

Фотограмметрическую дисторсию δv вычислим по формуле:

$$\delta v = l' - f'_k \operatorname{tg} \omega, \quad (2)$$

где l' – регистрируемый линейный размер, содержащий ошибку дисторсии.

Относительная погрешность экспериментального измерения координат упругой линии стебля:

$$\delta l = \left(\frac{\delta v}{l'} - 1 \right) \cdot 100. \quad (3)$$

График функции $\delta l = \delta l(l')$ приведен на рисунке 2, из него следует, что относительная погрешность превышает значение 5% при измерении линейных отрезков на фотографии длиной менее, чем $l' = 14,6 \cdot 10^{-3}$ м.

Следовательно, выбранная оптическая схема пригодна для получения экспериментальных данных и их использования в инженерных рас-

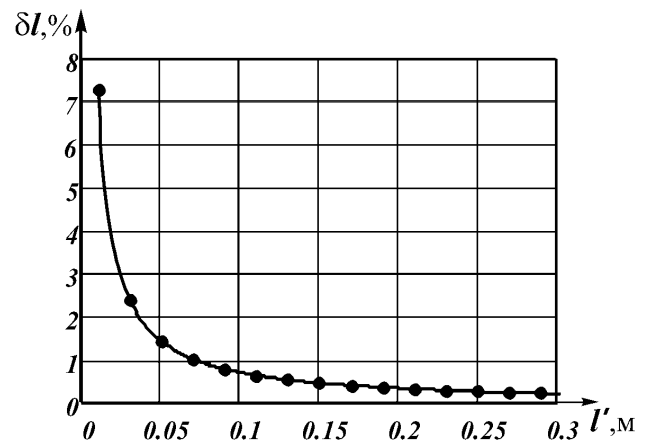


Рис. 2. График погрешности экспериментального определения координат упругой линии по фотографии с дисторсией

Таблица 1 – Основные технические характеристики фотообъектива «Телеар-Н 3,5/200»

№	Параметр	Значение
1	Фокусное расстояние	200 мм
2	Диафрагма	F/3,5-F/22
3	Количество лепестков диафрагмы	8 шт.
4	Оптическая схема	5 линз
5	Диаметр переднего фильтра	62 мм
6	МДФ	1,6 м
7	Присоединительная резьба объектива	M42×1
8	Вес	700 г

Таблица 2 – Основные технические характеристики фотокамеры «Зенит-Е»

№	Параметр	Значение
1	Формат кадра	24×36 мм
2	Ширина перфорированной пленки	35 мм
3	Число кадров	36
4	Автоматическая выдержка затвора	1/30...1/500 с
5	Размер поля видоискателя	20×28 мм
6	Увеличение окуляра	5 ^x
7	Присоединительная резьба объектива	M42×1
8	Рабочий отрезок камеры под объектив	45,5 мм



четах, при измерении перемещений упругой линии стебля 1,5 мм и более.

Методика экспериментальных измерений

Фотографии первоначально прямолинейного стебля и после его нагружения приведены на рисунке 3. Для получения качественных экспериментальных данных и минимизации погрешностей измерений необходимо иметь большой размер фотографии деформированного растения. С этой целью методика измерений включает в себя: 1) получение по «мокрой» технологии аналоговой фотографии максимальных размеров; 2) сканирование фотографии с разрешением 600 dpi и выше; 3) обработка изображения с целью выравнивания фона (устранение виньетирования, случайных шумов и т.д.); 4) определение начала отсчета и направлений осей системы координат; 5) расчет масштаба изображения по выбранным осям; 6) построение упругой линии – середины геометрического места точек полосы изображения деформированного стебля; 7) измерение координат упругой линии с учетом масштаба.

Результаты измерений

По фотографии деформированного стебля получены экспериментальные сведения о координатах y_3 , z_3 упругой линии стебля для 15 точек. Значения координат без учета и с учетом масштабных коэффициентов μ_y , μ_z при-

ведены в таблице 3. Масштаб изображений по осям координат рассчитан как отношение расстояния между наиболее удаленными точками координатной сетки к длине соответствующего отрезка, измеренного по цифровому оптическому изображению. Масштабы по осям равны $\mu_y = 1,596$, $\mu_z = 1,621$. Относительные погрешности экспериментального измерения координат $\delta(z_3 \mu_z^{-1})$ и $\delta(y_3 \mu_y^{-1})$ в связи с дисторсией оптического изображения вычислены по формулам (2, 3) с учетом характеристик оптической схемы эксперимента и приведены в столбцах 2, 4.

Анализ величины погрешности позволяет утверждать, что большинство измеренных координат упругой линии стебля удовлетворяют инженерной точности расчетов, за исключением первых четырех значений координаты y_3 .

Выводы

1. Выбранная схема эксперимента и методика обработки экспериментальных данных позволяет с известной точностью определить перемещения стебля растения при его деформировании сосредоточенной силой. Это дает основание для дальнейшего использования полученных экспериментальных данных в инженерных расчетах, а также с целью верификации существующих и вновь разрабатываемых математических моделей, описывающих деформирование стебля сельскохозяйственного растения.

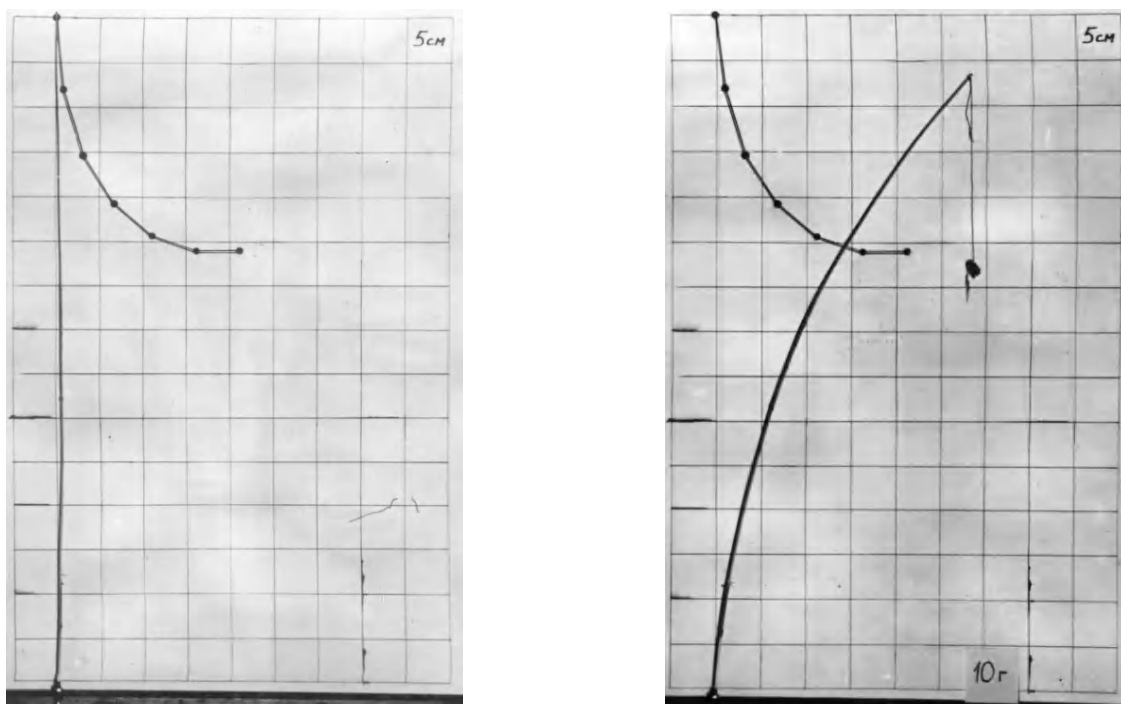


Рис. 3. Фотографии стебля на фоне измерительной ортогональной сетки до и после приложения силы

Таблица 3 – Экспериментальные данные о перемещениях упругой линии деформированного стебля

	$z_3 \mu_z^{-1} 10^{-3}$, м	$\delta(z_3 \mu_z^{-1})$, %	$y_3 \mu_y^{-1} 10^{-3}$, м	$\delta(y_3 \mu_y^{-1})$, %	$z_3 10^{-3}$, м	$y_3 10^{-3}$, м
	1	3	4	5	6	7
1	0,00	–	0,00	–	0,00	0,00
2	30,20	2,42	2,59	28,23	48,21	4,20
3	62,11	1,18	7,29	10,03	99,16	11,82
4	93,34	0,78	12,5	5,85	149,01	20,26
5	124,15	0,59	19,44	3,76	198,20	31,51
6	154,14	0,47	26,69	2,74	246,08	43,26
7	184,89	0,40	35,05	2,09	295,17	56,81
8	216,43	0,34	45,23	1,62	345,52	73,31
9	247,19	0,30	57,31	1,28	394,63	92,89
10	278,06	0,26	71,37	1,02	443,91	115,68
11	308,97	0,24	88,03	0,83	493,26	142,69
12	341,19	0,21	107,87	0,68	544,70	174,85
13	372,38	0,20	129,18	0,57	594,49	209,39
14	405,07	0,18	154,05	0,48	646,70	249,70
15	427,52	0,17	172,87	0,42	682,52	280,20

2. Существенным недостатком предлагаемой методики являются большие затраты времени на подготовку эксперимента, обусловленные учетом многофакторности исследуемого объекта.

Список литературы

1. Урмахер Л. С. Оптика фотографических и аэрофотограмметрических приборов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М. : Недра, 1965. 240 с.
2. Кривовяз Л. М., Пуряев Д. Т., Знаменская М. А. Практика оптической измерительной лаборатории. М. : Машиностроение, 1974. 332 с.
3. Мальцев М. Д., Каракулина Г. А. Прикладная оптика и оптические измерения. М. : Машиностроение, 1968. 472 с.
4. Гутров М. А. Определение геометрических характеристик и поперечных сечений стебля с использованием ЭВМ // Вестник Челябинского государственного агроинженерного университета. 1995. Т. 12.
5. Гутров М. А. Автоматизированная установка для исследования деформированного состояния моделей гибких стержней // Проблемы

ж/д транспорта и транспортного строительства Сибири : тез. докл. науч.-техн. конф., посвящ. 65-летию университета. Новосибирск, 1997.

6. Гутров М. А. Модель динамического контактного деформирования растений при взаимодействии с мотобилом // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2006. № 3. С. 29–34.
7. Гутров М. А. Динамический анализ мотобила широкозахватной жатки // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2004. № 12.
8. Гутров М. А. Динамическая прочность мотобила прицепной жатки // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2005. № 3.
9. Жилкин В. А., Гутров М. А. Определение усилий подвода группы стеблей к режущему аппарату жаток зерноуборочных машин // Вестник Челябинского агроинженерного университета. 1998. Т. 26. С. 16–32.
10. Гутров М. А. Анализ методов и средств для экспериментального исследования величины силы разрушения связи зерна с колосом // АПК России. 2018. Т. 25. № 5. С. 600–610.

Гутров Михаил Александрович, канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой «Прикладная механика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: gma74@mail.ru.

Ролдугин Сергей Николаевич, заместитель директора по аграрным вопросам, ООО «Равис – птицефабрика «Сосновская».

E-mail: ravis@chel.surnet.ru.

* * *

УДК 621.793:621.818

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕЖИМОВ ПЛАЗМЕННОЙ ПОРОШКОВОЙ ОДНОПРОХОДНОЙ НАПЛАВКИ РАБОЧИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ ЗАПОРНОЙ ТРУБОПРОВОДНОЙ АРМАТУРЫ

В. В. Ерофеев, Р. Г. Шарафиев, В. В. Попов, С. В. Ерофеев, Л. В. Макаров

Рассмотрены особенности технологического процесса плазменной порошковой наплавки, применяемой на предприятии ОАО «Благовещенский арматурный завод» при ремонте и восстановлении рабочих поверхностей запорной трубопроводной арматуры при использовании плазменной установки STARWELD PTA 350 CONTROL и двухдугового плазматрона, обеспечивающего горение основной «сжатой» плазменной дуги и «дежурной» дуги. В настоящей работе предлагается модернизация технологического процесса путем его перехода на однопроходную плазменную порошковую наплавку с применением совместного действия основной «сжатой» плазменной дуги и «пилотной» дуги, которая обеспечивает дополнительный разогрев частиц порошка, способствует его лучшему растеканию на основном металле изделия и, как следствие, снижению разогрева изделия, уменьшению глубины его проплавления, снижению коэффициента перемешивания наплавленного и основного металла (в пределах до 3%) и толщины наплавки. На основании результатов экспериментальных исследований разработаны рекомендации по выбору тока «пилотной» дуги I_p , исключающего полное перекрытие сопла плазматрона в процессе интенсивного налипания порошка на его внутреннюю полость, приводящее к потере эксплуатации двухдугового плазматрона в течение рабочего времени.

Ключевые слова: плазменная порошковая наплавка, двухдуговой плазматрон, оптимальные параметры процесса, налипание порошка на внутренней поверхности сопла, рабочий ресурс плазматрона.

Широкое применение при ремонте и восстановлении рабочих поверхностей запорной трубопроводной арматуры (уплотнительных поверхностей, седел, клиньев и т.д.) нашла наплавка износостойкими покрытиями. В частности, на ОАО «Благовещенский арматурный завод» применяется ручная дуговая наплавка, автоматическая наплавка под слоем флюса, плазменная порошковая наплавка.

Наиболее перспективной из рассмотренных способов наплавки представляется плазменная порошковая наплавка (ПНП), к несомненным достоинствам которой следует отнести: высокое качество наплавляемого металла;

малую глубину проплавления основного металла при высокой прочности сцепления; небольшое перемешивание с основным материалом (до 3%) и возможность наплавки тонких слоев (в пределах 0,5...3 мм).

В отечественной практике при разработке технологий ПНП наибольшее использование нашли схемы процессов плазменной наплавки изделий с применением сжатой дуги прямого действия [1–3]. В то же время в зарубежной литературе [4–6] предлагаются схемы технологических процессов плазменной наплавки, в которых наплавка осуществляется с помощью плазматронов с постоянно горящей «пилотной»

дугой, т.е. электрической дугой между электродом и соплом плазматрона. Одновременно с «пилотной» дугой работает дуга прямого действия, горящая между электродом плазматрона и наплавляемым изделием.

Ранее дуга, горящая между электродом и соплом (током в диапазоне 12...20 А), называлась «дежурной» и использовалась, как правило, в момент запуска основной «сжатой» дуги и после ее зажигания выключалась. Отличие «пилотной» от «дежурной» дуги состоит в том, что «пилотная» дуга используется в качестве самостоятельного дополнительного источника теплоты, формирующего достаточно мощную регулируемую плазменную струю, совпадающую по направлению с основной «сжатой» дугой. Введение наплавляемого порошкового материала в двухдуговой плазматроне непосредственно в плазменную «пилотную» струю обеспечивает дополнительный разогрев частиц порошка, способствует его лучшему растеканию на основном металле изделия, снижению разогрева изделия и уменьшению глубины проплавления [7].

Применяемая на предприятии ОАО «Благовещенский арматурный завод» технология плазменной наплавки рабочих поверхностей запорной трубопроводной арматуры была разработана в соответствии с требованиями основного нормативного документа [8]. В частности, наплавку рекомендовалось проводить в три слоя, реже в два с использованием гранулированных порошков на основе Fe (марки ЦН-6Л и ЦН-12М) размером частиц 40–300 мкм.

В качестве плазмообразующего и защитного газа при наплавке рекомендовалось исполь-

зовать аргон (Ar), обеспечивающий наиболее высокую температуру плазмы при наименьшем напряжении дуги и минимальной энергии, подводимой к дуге, и небольшом коэффициенте использования энергии на нагрев газов.

Для обеспечения стабильного протекания процесса наплавки рекомендовалось использовать неплавящиеся электроды из чистого вольфрама (W) или с присадком лантана (La_2O_3): W+(1–2%) La_2O_3 .

Процесс наплавки износостойких материалов, ввиду различия физических и механических свойств с основным металлом, рекомендовалось производить с предварительным и сопутствующим подогревом. Также необходимым являлось проведение термической обработки после наплавки.

При соблюдении данных требований наплавляемый слой должен был гарантировать свойства рабочей поверхности (химический состав, твердость) в пределах значений, представленных в [8]. Остаточная высота наплавки (после механической обработки) должна быть не менее 3 мм.

В качестве примера в таблицах 1 и 2 приведены технологические режимы плазменной порошковой наплавки рабочей поверхности изделия, применяемые на ОАО «Благовещенский завод» для стали 09Г2С, и режимы операций подогрева и термической обработки для наплавляемого металла ЦН-12М.

Как было показано в работе [9], на химический состав наплавленного металла и его механические свойства (твердость и т.п.) в основном влияет перемешивание основного металла с наплавляемым, при этом чем меньше

Таблица 1 – Параметры режима плазменной наплавки

Параметр	Значение
Ток «дежурной» дуги, А	20
Ток «основной» дуги, А	150–190
Расход порошка, г/мин	30–35
Скорость наплавки, мм/мин	40–70

Таблица 2 – Режимы термической обработки

Тип наплавляемого металла	Основной материал	Температура подогрева, °С	Термическая обработка после наплавки
08Х17Н8С6Г (ЦН-6Л) 13Х16Н8М5М5Г4Б (ЦН-12М)	Сталь 20,20Л, 20ГЛ, 09Г2С	200–300	Загрузка в печь не ниже 600 °С, нагрев 600–650 °С, выдержка 2–3 часа



доля основного металла в наплавляемом слое, тем ближе свойства наплавленного металла к требуемым.

В качестве направления по совершенствованию технологического процесса плазменной порошковой наплавки рабочих поверхностей запорной трубопроводной арматуры можно рекомендовать переход на однопроходную наплавку с использованием одновременного совместного действия основной «сжатой» и «пилотной» дуги, что гарантирует, с одной стороны, существенное уменьшение наплавляемого слоя, снижение перемешивания с основным металлом и практическое соответствие свойств используемого порошка с металлом наплавки (по химическому составу, твердости и т.п.) и, с другой стороны, помогает избежать проведения термической обработки после наплавки.

Для выполнения плазменной порошковой наплавки на предприятии ОАО «Благовещенский завод» используется плазменная установка STARWELD PTA 350 CONTROL, которая предусматривает применение двух независимых дуг: основной и «пилотной», каждая из которых питается от отдельного источника постоянного тока с крутопадающей характеристикой.

Для определения оптимальных режимов плазменной порошковой однопроходной наплавки использовали метод планирования «Полного факторного эксперимента» (ПФЭ) [10].

Для нахождения регрессионной модели полного факторного эксперимента в соответствие с [10] был проведен выбор основных факторов, а также интервалов их варьирования; составлен план эксперимента; проведена проверка опытных данных на воспроизводимость. После получения регрессионной модели проведена проверка коэффициентов регрессии на статистическую значимость и проверка регрессионной модели на адекватность.

Для исследования плазменной наплавки и проведения наплавки в один слой рабочей поверхности изделия из стали 09Г2С с применением порошка марки ЦН-12М были проведены эксперименты по плану ПФЭ 2^3 , причем каждый эксперимент повторялся по три раза (табл. 3 и 4).

В качестве факторов, влияющих на качество наплавки и ее работоспособность (износостойкость), были выбраны: z_1 – сила тока, (А); z_2 – скорость наплавки (см/мин); z_3 – расход порошка, (г/мин).

Работа выполнялась в следующем порядке.

На первом этапе проводилась кодировка переменных $z_i \rightarrow x_i$. Далее производилась перестройка матрицы планирования в кодированных переменных с учетом парных взаимодействий и с дополнением столбцом средних значений отклика.

На втором этапе производилось вычисление коэффициентов уравнения регрессии;

Таблица 3 – Исходные данные

Уровень фактора z_i	z_1	z_2	z_3
Основной уровень, z_i^0	180	60	22
Интервал, a	10	5	2
Нижний уровень	170	55	20
Верхний уровень	190	65	24

Таблица 4 – Исходная матрица планирования ПФЭ

№ эксперимента	Исследуемые факторы			Результаты опытов (твердость)		
	z_1	z_2	z_3	y_1	y_2	y_3
1	+	+	+	37	39	39
2	–	+	+	40	38	40
3	+	–	+	42	41	41
4	–	–	+	37	38	37
5	+	+	–	38	38	37
6	–	+	–	39	38	38
7	+	–	–	37	36	37
8	–	–	–	37	38	39

проверка вычисленных коэффициентов на значимость на основе данных по определению дисперсии воспроизводимости, и в заключение было получено уравнение регрессии в кодированных переменных.

На третьем этапе проводилась проверка полученного уравнения на адекватность; интерпретация полученной модели и составление уравнения регрессии в натуральных переменных.

В результате было получено окончательное уравнение регрессионной модели в натуральных переменных [11]:

$$y = 510,25 - 24,75z_1 - 9,12z_2 + 37,85z_3 + 0,16z_1z_2 + 0,22z_1z_3 + 0,1z_2z_3 - 0,047z_1z_2z_3. \quad (1)$$

Исходя из анализа экспериментальных данных были определены режимы наплавки (табл. 5), обеспечивающие наиболее высокую твердость наплавляемого слоя рабочих поверхностей трубопроводной арматуры из стали 09Г2С.

Для оценки технологии наплавки в один слой было проведено ее сравнение с базовой технологией по основным выходным показателям (по химическому составу и твердости наплавляемого слоя).

Как видно (табл. 6 и 7), переход на плазменную порошковую однопроходную наплавку с одновременным использованием «основной сжатой» и «пилотной» дуги обеспечивает твердость и химический состав наплавляемого слоя рабочих поверхностей запорной трубопроводной арматуры на требуемом уровне [8] при исключении предварительного и сопутствующего подогрева изделия, а также проведения термической обработки после наплавки.

Как показали результаты экспериментальных исследований по порошковой плазменной наплавке изделий с одновременным горением «основной сжатой» и «пилотной» дуги, наблюдается процесс налипания порошка на внутреннюю полость плазматрона (рис. 1), при этом степень налипания порошка на плазматрон зависит от величины тока «пилотной» дуги.

Так, например, при работе плазматрона на токе «пилотной» дуги $I_{п} = 30$ А порошок активно налипал на стенки сопла, и после двух часов эксплуатации сопло полностью забилося и потеряло свою работоспособность. На токе 5 А налипание порошка также наблюдалось, но не так активно, как на токе 30 А, и полное залипа-

Таблица 5 – Параметры режима плазменной наплавки в один слой

Параметр	Значение
Ток дежурной дуги, А	20
Ток пилотной дуги, А	5; 30
Ток основной дуги, А	180
Расход порошка, г/мин	55
Скорость наплавки, мм/мин	24

Таблица 6 – Химический состав наплавки по базовой и предлагаемой технологиям

Тип наплавляемого металла	Марка наплавляемого материала	Fe	Si	Cr	Ni	Mn	Mo	Nb	S	P
13X16H8M5M5Г4Б	ЦН-12М	Осн.	3,8–5,2	17–18	9,5–6,5	3–5	3,5–7	0,5–1,2	0,025	0,03
Базовая технология		Осн.	4,8	17,2	8,9	4,9	5,6	1,1	0,025	0,03
Предлагаемая технология		Осн.	4,2	15,5	6,7	3,7	4,1	0,6	0,025	0,03

Таблица 7 – Твердость рабочих поверхностей

Тип наплавляемого металла	Марка наплавочного материала	Твердость HRC
13X16H8M5M5Г4Б	ЦН-12М	38–50
Базовая технология		46
Предлагаемая технология		41,5

ние внутренней полости сопла не наблюдалось в течение всего времени его работы.

В качестве подтверждения данных наблюдений были произведены контрольные взвешивания двухдугового плазматрона до наплавки и после на токах $I_{п1} = 30$ А и $I_{п2} = 5$ А. Результаты данных измерений представлены в таблице 8.

На рисунке 2 а, б представлена зависимость массы налипаемого порошка $G_{ни}$ в двухдуговом плазматроне от времени его работы t при значениях тока пилотной дуги $I_{п} = 30$ А и 5 А.

На основе обработки экспериментальных данных, представленных в таблице 8 и приведенных на рисунке 2, были получены следующие аппроксимированные зависимости, характеризующие процесс налипания порошка на сопло плазматрона от величины тока пилотной дуги $I_{п}$:

$$\begin{aligned} I_{п} = 30 \text{ А, } G_{ни} &= 6,18 t^{1,85}; \\ I_{п} = 5 \text{ А, } G_{ни} &= 0,6 t^{1,14}. \end{aligned} \quad (2)$$

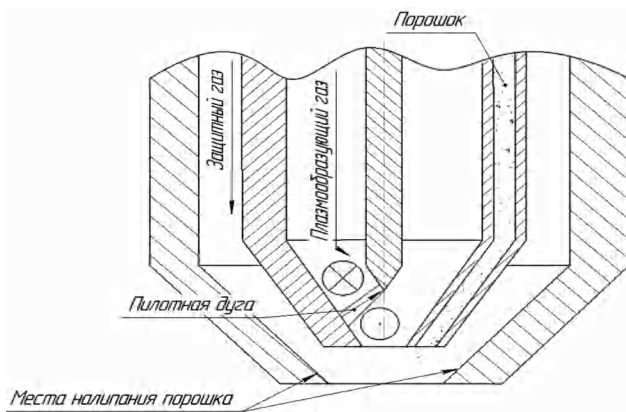


Рис. 1. Схема плазматрона при работе в «пилотном» режиме

Для рассматриваемого двухдугового плазматрона, используемого при плазменной порошковой наплавке на предприятии ОАО «Благовещенский арматурный завод», предельная масса порошка, при которой обеспечивается полное залипание внутренней полости плазматрона, составляет $G_{пр} = m_{пр} - m_0 = 22,33$ г. При работе на «пилотном» токе $I_{п} = 5$ А полное залипание внутренней полости сопла в соответствии со вторым из соотношений (3) предположительно произойдет через $t_p = 23,8$ часа.

Интересным представляется вопрос оценки рабочего ресурса двухдугового плазматрона t_p в зависимости от выбора тока «пилотной» дуги $I_{п}$.

Решение поставленной задачи позволит установить удобный рабочий режим плазматрона, гарантирующий отсутствие эффекта залипания плазматрона в процессе его эксплуатации в интервале значений $[0; t_p]$.

Используя принцип нелинейной интерполяции функции $G_{ни} = f(I_{п}, t)$, диапазон границы которой $[5 \text{ А}; 30 \text{ А}]$ представлен соотношениями (3), было получено следующее выражение:

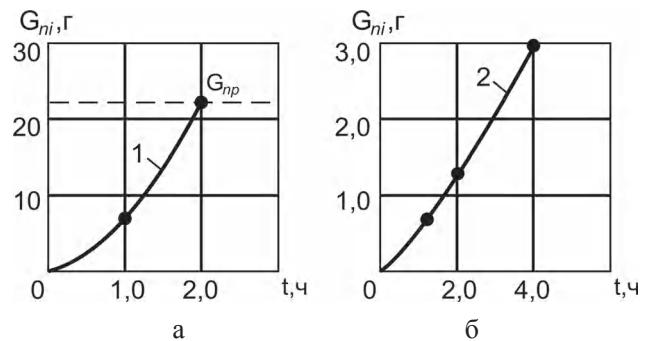


Рис. 2. Зависимость массы налипаемого порошка на сопло двухдугового плазматрона $G_{ни}$ от величины тока «пилотной» дуги $I_{п}$ (1 – при $I_{п} = 30$ А; 2 – при $I_{п} = 5$ А)

Таблица 8 – Результаты контрольных взвешиваний

Ток «пилотной» дуги $I_{п}$, А	Масса плазматрона m_0 до наплавки, г	Масса плазматрона m_i после наплавки, г		
		После 1 часа наплавки	После 2 часов наплавки	После 4 часов наплавки
30	46,5	52,68	68,83	–
5		47,1	47,82	49,5
Ток «пилотной» дуги $I_{п}$, А	Масса налипаемого порошка G_0 до наплавки, г	Масса налипаемого порошка $G_{ни}$ после наплавки, г		
		После 1 часа наплавки	После 2 часов наплавки	После 4 часов наплавки
30	0,6	6,18	22,33	–
5		0,6	1,32	3,0

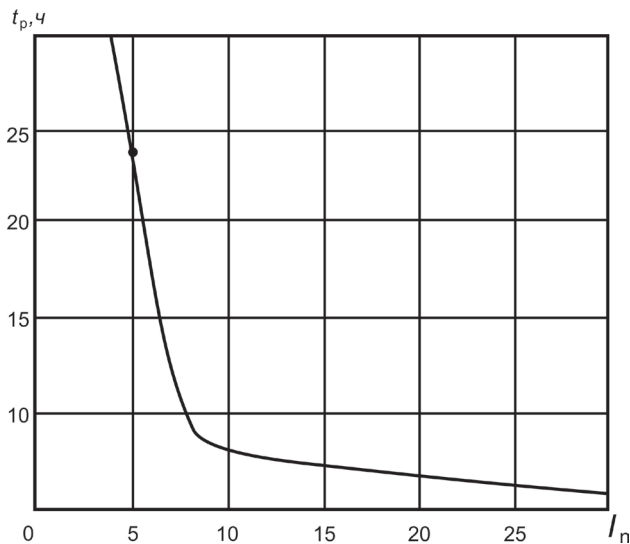


Рис. 3. Зависимость времени залипания плазматрона t_p от величины тока пилотной дуги I_n

$$G_{\text{пр}} = 0,223 I_n x^{(1+0,0283 I_n)}, \quad (3)$$

в соответствии с которым из условия залипания $G_{\text{пр}} = 22,33 \text{ г} = f(I_n, t_p)$ было получено соотношение (4) для оценки работоспособности плазматрона t_p при заданном токе дежурной дуги I_n , позволяющее определить время полного залипания внутренней полости двухдугового плазматрона:

$$\ln t_p = \ln(100/I_n)/(1 + 0,028 I_n). \quad (4)$$

На рисунке 3 приведен график зависимости времени залипания t_p плазматрона от величины тока «пилотной» дуги $t_p = f(I_n)t_p$, из которого можно сделать следующий вывод, что отсутствие полного залипания внутренней полости сопла двухдугового плазматрона в течение одной рабочей смены будет обеспечено при величина тока «пилотной» дуги порядка $I_n = 10 \text{ А}$.

Список литературы

1. Коротков В. А., Бердников А. А., Толстов И. А. Восстановление и упрочнение деталей и инструмента плазменными технологиями. Челябинск : Металл, 1993. 144 с.
2. Быховский Д. Г. Плазменная резка, сварка и наплавка – универсальные технологические процессы // Электрическая промышленность. Сер. : Электросварка. 1974. № 5–6. С. 26–27.
3. Толстов И. А., Коротков В. А. Справочник по наплавке. Челябинск : Metallurgiya, 1990. 384 с.
4. The development of a hybrid plasma spraying process / N. C. Hung, P. E. Chandler, M. B. Quigley, B. L. Smith // ADV THERM. SPRAY ITSC 86 PROC, 11TH INT. NURM/SPREY. CONF.
5. Inner Werher Energieverhältnisse des Plasmaaufschweißprozess. (Энергетические соотношения процесса плазменной наплавки.) «Schweisstechnik». 1972. 22. № 4. С. 164–167 (нем.).
6. Пат. США № 3016447.
7. Соснин Н. А., Ермаков С. А., Тополянский П. А. Плазменные технологии. Руководство для инженеров. Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2013. 406 с.
8. СТ ЦКБА 053-2008. Арматура трубопроводная. Наплавка и контроль качества наплавляемых поверхностей. Технические условия. НПФ«ЦКБА», 2008.
9. Гладкий П. В., Переплетчиков Е. Ф., Рябцев И. А. Плазменная наплавка. Киев : Эко-технология, 2007. 291 с.
10. Соколовская И. Ю. Полный факторный эксперимент : метод. указ. для самост. работы студентов. Новосибирск : НГАВТ, 2010. 36 с.
11. Попов В. В. Плазменная наплавка в производстве трубопроводной арматуры // Тезисы докладов X Научно-практической конференции молодых специалистов ОМК им. С. З. Афонина. 2017. С. 91.

Ерофеев Валерий Владимирович, д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

E-mail: ervv52@mail.ru.

Шарафиев Роберт Гарафиевич, д-р техн. наук, профессор ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет».

E-mail: sharafiev47@mail.ru.



Попов Виталий Викторович, инженер-технолог по сварке, ОАО «Благовещенский арматурный завод».

E-mail: Popovv2@vsv.ru.

Ерофеев Сергей Валерьевич, канд. техн. наук, директор, ООО «ПромСтандарт».

E-mail: okbx@mail.ru.

Макаров Леонид Владимирович, директор, ООО НПЦ «Нефтегазинжиниринг».

E-mail: leonid.ufa@mail.ru.

* * *

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ПТИЦЕВОДСТВЕ

М. В. Запевалов, В. В. Качурин

В Челябинской области функционируют пять крупных птицеводческих предприятий, что создает серьезную экологическую проблему, связанную с утилизацией основного отхода производства – птичьего помета. Птичий помет является средой обитания различных патогенных микроорганизмов, бактерий, стафилококков и сальмонелл, наибольшее количество которых наблюдается в свежем бесподстилочном помете. Поэтому такой помет относится к третьему классу опасных веществ. В связи с этим большое его скопление на птицеводческих предприятиях несет экологическую опасность окружающей среде. Очевидно, что с улучшением культуры производства мяса птицы, яйца необходимо повышать и культуру утилизации отходов, в частности птичьего помета. Крайне необходимо применение передовых, экологически безопасных технологий его переработки в востребованный и конкурентоспособный продукт. Для этого процесс переработки помета должен быть включен в единый, замкнутый технологический процесс безотходного производства продукции птицеводства. В Южно-Уральском ГАУ была разработана безотходная технология глубокой переработки птичьего помета, которая предусматривает прием помета, поступающего от птичников, и непрерывную подачу его на сушку. Сушка осуществляется в барабанной сушилке кондуктивного типа «Каштан», разработанной ООО «Эталон сплав». Большую часть высушенного помета подают в реактор для пиролиза, где происходит его газификация. Другую часть используют для приготовления органо-минерального удобрения и топливных брикетов. Полученный газ расходуют на поддержание самого процесса пиролиза и на сушку помета. Данная технология переработки птичьего помета исключает его хранение после удаления из птичников, вывоз и разбрасывание по поверхности поля после хранения большого количества удобрения, тем самым предотвращает губительное воздействие на окружающую среду, снижает затраты на утилизацию помета.

Ключевые слова: птичий помет, экологическая опасность, технология переработки, удобрение, питательные вещества.

Птицеводство, обеспечивая пополнение продовольственной корзины качественными и недорогими мясом и яйцом, играет большую роль в обеспечении продовольственной безопасности России [1]. За последние десять лет птицеводство страны вышло на новый технологический уровень с высокой культурой производства. В Челябинской области функционируют пять крупных птицеводческих предприятий со среднегодовым поголовьем около 26 млн голов. Это позволило как в Уральском федеральном округе, так и в России в целом занять лидирующую позицию по производству яйца и мяса птицы. Однако сосредоточение большого

поголовья птицы создает серьезную экологическую проблему, связанную с утилизацией основного отхода производства – птичьего помета [2, 3]. От возраста и способа содержания птицы зависит количество выхода помета и его химический состав. При клеточном содержании годовой выход помета от одной взрослой курицы составляет 55–70 кг помета. Таким образом, годовой выход помета в Челябинской области составляет 1560 млрд тонн. Птичий помет является средой обитания различных патогенных микроорганизмов, бактерий, стафилококков и сальмонелл (рис. 1), наибольшее количество которых наблюдается в свежем бесподстилоч-



ном помете [6]. Поэтому такой помет относится к третьему классу опасных веществ. В связи с этим большое его скопление на птицеводческих предприятиях несет экологическую опасность окружающей среде, особенно в весенне-летний период [4]. Широко применяемые в настоящее время устаревшие технологии утилизации помета не исключают загрязнение водного и воздушного бассейнов, возникновения инфекционных и инвазионных болезней у людей, животных и птицы [6].

Таким образом, наряду с улучшением культуры производства основной продукции птицеводства мяса, яйца, необходимо повышать и культуру утилизации отходов, в частности птичьего помета [12, 13, 14]. То есть назрела необходимость в применении передовых, экологически безопасных технологий его переработки в востребованный и конкурентоспособный продукт. Для этого процесс переработки помета должен быть включен в единый замкнутый технологический процесс безотходного производства продукции птицеводства [5, 15, 16].

Цель работы – разработка технологического процесса экологически безопасной, глубокой переработки птичьего помета в востребованный и конкурентоспособный продукт.

Материалы и методы

Помет состоит из органического и неорганического вещества, представляет по химическому составу сложную, неоднородную структуру, которую можно представить в виде взаимосвязей (рис. 2) [7]. Наличие в помете основных элементов питания растений (азот, фосфор, калий), количество которых зависит от влажности (табл. 1), обеспечивает его высокие удобрительные свойства при возделывании сельскохозяйственных культур.

Материалы и методы

Так, например, азот входит в состав аминокислот, белков, нуклеиновых кислот, гормонов роста, многих витаминов, хлорофилла и других жизненно важных органических веществ. Фосфор входит в состав фосфопротеинов, нуклеиновых кислот, фосфолипидов, фосфорных эфиров сахаров, нуклеотидов, принимающих участие в энергетическом обмене, витаминов и многих других соединений. Особо важную роль играет фосфор в энергетике клетки,

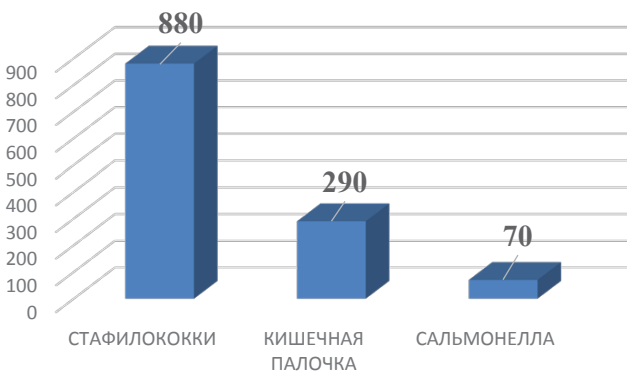


Рис. 1. Количество микроорганизмов в одном грамме птичьего помета

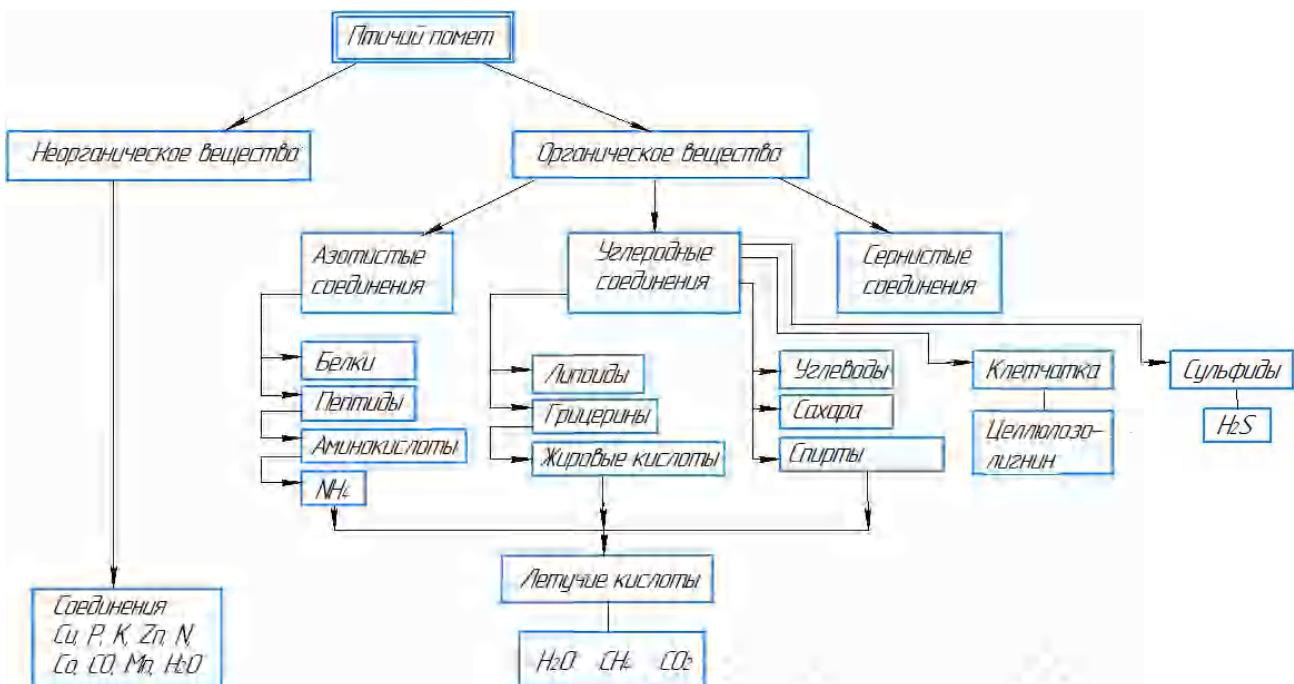


Рис. 2. Схематическое изображение химического состава птичьего помета

поскольку именно в форме высокоэнергетических эфирных связей фосфора или пирофосфатных связей запасается энергия в живой клетке. Для этого элемента характерна способность к образованию связей с высоким энергетическим потенциалом (макроэнергетические связи). Важным соединением, содержащим макроэнергетические фосфорные связи, является АТФ. Многие фосфорсодержащие витамины и их производные являются коферментами и принимают непосредственное участие в каталитическом акте, ускоряющем течение важнейших процессов обмена (фотосинтез, дыхание). Также фосфор усиливает накопление сахара.

Калий составляет основную часть катионов клеточного сока и служит основным противоионом для нейтрализации отрицательных зарядов неорганических и органических анионов. Он способствует поддержанию состояния

гидратации коллоидов цитоплазмы, регулируя ее водоудерживающую способность и обеспечивая тем самым беспрепятственное снабжение клеток растений водой. Он помогает растениям легче переносить засухи и заморозки. Очевидно, что добавление калия как питательного элемента растений в условиях Южного Урала крайне необходимо. Также калий способствует поглощению и транспортировке воды по растению. Под влиянием калия увеличивается устойчивость растений к грибковым и бактериальным заболеваниям [8].

Кроме основных элементов питания помет содержит микроэлементы (цинк, медь, марганец), так необходимые для растений. Поэтому помет является хорошим сырьем для производства эффективного удобрения.

Для утилизации отходов животноводства и птицеводства применяют различные методы

Таблица 1 – Содержание питательных веществ (%) в помете разной влажности в зависимости от способа содержания и возраста птицы

Показатели	Сырой свежий помет		
	Азот (N)	Фосфор (P ₂ O ₃)	Калий (K ₂ O)
Куры при выгульном содержании	1,65	1,0	0,62
Куры при клеточном содержании	1,5	0,87	0,58
Куры при откорме	1,72	0,92	0,6
Мясные цыплята	1,76	0,69	0,4

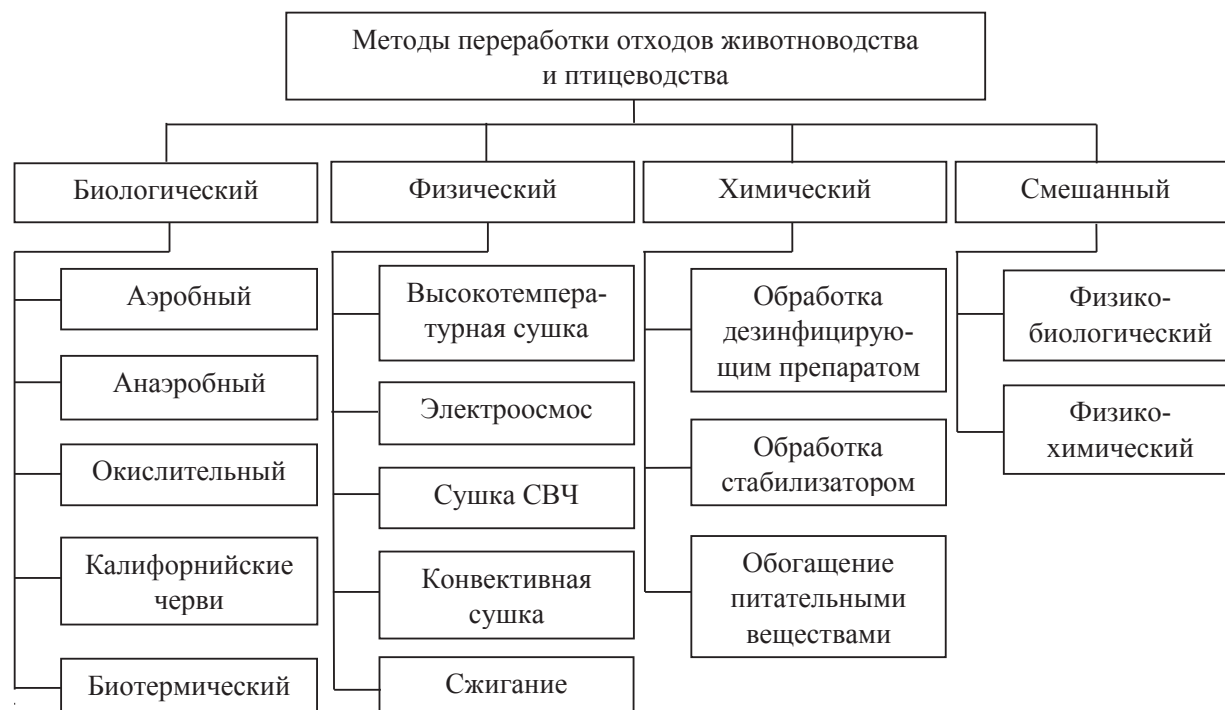


Рис. 3. Методы и способы переработки сельскохозяйственных отходов



переработки, которые можно сгруппировать в четыре отдельных вида: биологический, физический, химический и смешанный (рис. 3).

Данные методы включают 15 способов переработки, каждый из которых может осуществляться по 2–3 технологиям. Таким образом, в настоящее время для переработки отходов животноводства и птицеводства известно более 30 технологий [9].

На биологическом методе переработки основываются аэробные, анаэробные, окислительные, биотермические способы, а также способ с использованием калифорнийских червей. В большинстве случаев они основаны на законах микробиологии. Глубокое понимание факторов, воздействующих на процессы переработки помета, позволяют определить рациональные параметры и режимы работы применяемого комплекса оборудования. При этом один и тот же способ может осуществляться с применением различных технических средств, в закрытых помещениях или непосредственно на открытых площадках.

Переработка помета физическим методом основана на изменении основных его физических свойств. Для предотвращения протекания биологических процессов в помете из него необходимо удалить влагу. Для этого применяются разнообразные способы сушки. Наибольшего

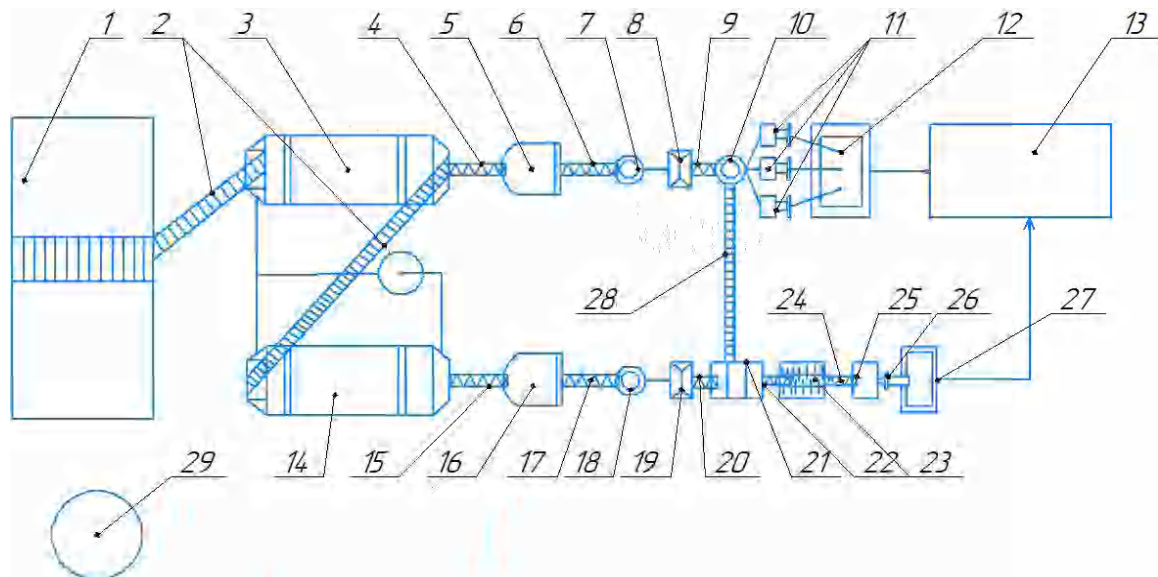
внимания заслуживает высокотемпературная сушка. Сушка осуществляется в барабанных сушилках конвективного или кондуктивного типов, при температуре 600–800 °С. При этом происходит его обезвоживание до влажности 12–14%, обеззараживание от патогенных бактерий, вирусов, яиц гельминтов, освобождение от всхожих семян сорняков, пуха и перьев. В результате получается сухой птичий помет с содержанием питательных веществ (NPK) 6–8%.

Химический метод предусматривает обработку помета различными химическими препаратами, направленными на обеззараживание, стабилизацию питательных веществ, предотвращающую их потерю в процессе хранения и применения в качестве удобрения, повышения содержания питательных веществ.

Смешанный метод переработки помета является комплексным методом, включающим несколько других методов, выполняемых в определенной последовательности.

Результаты исследований

В Южно-Уральском ГАУ была разработана безотходная технология глубокой переработки птичьего помета [10]. Технологическая схема комплекса глубокой переработки птичьего помета представлена на рисунке 4.



- 1 – приемно-накопительная станция; 2 – скребковый транспортер; 3 – реактор для сушки помета;
 4, 6, 9, 15, 17, 20, 22, 24, 28 – шнековые транспортеры; 5, 16 – охладительные колонки;
 7, 10, 18 – накопительные емкости; 8, 19 – измельчитель центробежно-роторный; 11 – брикетер;
 12 – упаковочный стол брикетов; 13 – склад; 14 – реактор для газификации помета; 21 – дозатор;
 23 – смеситель; 25 – гранулятор; 26 – ленточный транспортер; 27 – фасовщик гранул;
 29 – емкость для воды; 30 – газгольдер

Рис. 4. Технологическая схема комплекса глубокой переработки птичьего помета

Технология предусматривает прием помета, который поступает от птичников, и непрерывную подачу его на сушку. Сушка осуществляется в барабанной сушилке кондуктивного типа «Каштан», разработанной ООО «Эталон сплав». Большую часть высушенного помета подают в реактор для пиролиза, где происходит его газификация. Другую часть используют для приготовления органо-минерального удобрения и топливных брикетов. Полученный газ расходуют на поддержание самого процесса пиролиза и на сушку помета. Если производство топливных брикетов не производят, то при газификации всего высушенного помета вырабатывается больше газа, чем его требуется для переработки помета, поэтому оставшийся газ может быть использован для работы дизель-генератора при выработке электрической энергии либо на другие внутрихозяйственные нужды [11].

Процесс сушки включает в себя нагрев материала и испарение влаги. Для снижения затрат энергии в сушилке предусматривается производить предварительный подогрев помета в завальной яме до 30 °С паром, который удаляется из сушильной камеры. При производительности сушилки 4,0 т/ч по влажному помету общий часовой расход тепла составит около 1470 ккал/ч. При этом расход тепла на нагрев помета в сушилке составит около 247 800 ккал/ч, на испарение влаги 1 209 340 ккал/ч, потери в окружающую среду 13 000 ккал/ч.

Теплота сгорания газа, полученного при пиролизе птичьего помета, находится в пределах 1200 ккал/м³. С учетом общего часового расхода тепла на сушку и поддержание процесса пиролиза помета требуется около 1375 м³/ч газа. При высушивании помета получают 1200 кг/ч абсолютно сухого помета, из которого можно выработать до 2400 м³/ч газа. Разница между количеством газа, генерированного и израсходованного на переработку помета, составляет около 1025 м³/ч.

При зольности помета 20%, после пиролиза всего сухого помета, остается около 240 кг/ч золы, которая содержит до 41% веществ, необходимых для питания растений. При смешивании 70% золы и 30% сухого помета получается 343 кг/ч экологически безопасного, комплексного органо-минерального удобрения с содержанием питательных веществ около 32%, что сопоставимо с содержанием питательных веществ минеральных удобрений. Суточный выход удобрения составит около 8,2 т.

Данная технология переработки птичьего помета исключает его хранение после удаления из птичников, вывоз и разбрасывание по поверхности поля после хранения большого количества удобрения, тем самым предотвращает губительное воздействие на окружающую среду, снижает затраты на утилизацию помета. При цене получаемого удобрения 5,0 тыс. руб./т годовая выручка от реализации только органо-минерального удобрения составит около 15,0 млн руб.

Выводы

Предлагаемая технология глубокой переработки птичьего помета позволяет:

- существенно повысить экологическую безопасность в птицеводстве за счет исключения воздействия опасных отходов (птичьего помета) на окружающую среду;
- снизить затраты на утилизацию помета за счет самоокупаемости процесса глубокой его переработки с производством востребованных и конкурентоспособных продуктов (органо-минерального удобрения, тепловой и электрической энергии, топливных брикетов);
- обеспечить растениеводство эффективным удобрением, позволяющим существенно повысить урожайность сельскохозяйственных культур.

Список литературы

1. Приказ Минсельхоза РФ от 15 декабря 2010 г. № 433 «Об утверждении целевой программы ведомства «Развитие птицеводства в Российской Федерации на 2010–2012 годы» и Концепции развития отрасли птицеводства Российской Федерации на период 2013–2020 годы».
2. Кочиш И. И., Петраш М. Г., Смирнов С. Б. Птицеводство. М.: Колос, 2004. 407 с.
3. Брюханов А. Ю., Шалавина Е. В., Васильев Э. В. Методика укрупненной оценки суточного и годового выхода навоза/помета // Молочнохозяйственный вестник. 2014. № 1 (13). С. 78–85.
4. Рекомендации по обоснованию экологически безопасного размещения и функционирования животноводческих и птицеводческих предприятий / А. Ю. Брюханов [и др.]. СПб.: ИАЭП, 2015. 52 с.
5. Запечалов М. В., Качурин В. В. Повышение эффективности переработки отходов, полученных при производстве продукции птицеводства // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2018. № 3 (71). С. 144–146.



6. Состояние экосистем в условиях загрязнения окружающей среды предприятиями агропромышленного комплекса / Т. Ф. Тарасова, А. И. Байтелова, Н. С. Гурьянова, В. И. Байтелов // Вестник Оренбургского государственного аграрного университета. Оренбург : Оренбургский ГАУ, 2015. № 10 (185). С. 441–444.

7. Малофеев В. И. Технология термической переработки помета. М. : Колос, 1981. 117 с., ил.

8. Протасова Н. А., Беляев А. Б. Химические элементы в жизни растений // Соросовский образовательный журнал. 2001. Т. 7. № 3. С. 25–32.

9. Запевалов М. В. Комплексный ресурсосберегающий технологический процесс и технические средства для предпосевной подготовки почвы и семян при возделывании сельскохозяйственных культур : дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 2013.

10. Запевалов М. В., Качурин В. В. Модель технологического процесса переработки птичьего помета // Известия Оренбургского ГАУ. 2018. № 6 (74). С. 125–128.

11. Запевалов М. В., Запевалов С. М. Переработка птичьего помета с получением электрической, тепловой энергии и комплексного орга-

но-минерального удобрения // Вестник ЧГАА. 2014. Т. 67/2. С. 45–49.

12. Производственный потенциал сельского хозяйства: этапы развития, состояние, проблемы модернизации : учеб. пособие / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, М. В. Запевалов, Н. В. Костюченков. Челябинск, 2018. 292 с.

13. Совершенствование технологии и средств выполнения зерноуборочных процессов в сельском хозяйстве : монография / С. Д. Шепелёв [и др.]. Челябинск : ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ, 2018. 256 с.

14. Плаксин А. М., Гриценко А. В. Ресурсы растениеводства. Энергетика машинно-тракторных агрегатов : монография. 2-е изд., перераб. и доп. Челябинск, 2015. 307 с.

15. Плаксин А. М., Ганиев И., Гриценко А. В. Взаимосвязь натуральных и стоимостных показателей технико-технологической оснащенности процессов в растениеводстве // АПК России. 2015. Т. 71. С. 67–75.

16. Взаимосвязь показателей, определяющих уровень технико-технологической оснащенности процессов в растениеводстве / А. М. Плаксин, И. Ганиев, А. В. Гриценко, К. В. Глемба // Вестник КрасГАУ. 2014. № 12 (99). С. 194–199.

Запевалов Михаил Вениаминович, д-р техн. наук, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: mv.zapevalov@mail.ru.

Качурин Виталий Владимирович, канд. техн. наук, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.
E-mail: kachurin-vv@yandex.ru.

* * *

УДК 664.723:633.1

СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ СКОРОСТИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПРИ КОНВЕКТИВНОЙ СУШКЕ ЗЕРНА В ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКЕ

В. Г. Захахатнов, П. В. Кашин, В. К. Дыленя

Регулирование скорости теплоносителя при конвективной сушке зерна позволяет регулировать количество тепла, подводимого к высушиваемому материалу, а также избежать выноса зерна из зоны сушки и поэтому актуально. Предлагается система автоматического регулирования скорости теплоносителя для экспериментальной сушильной установки, построенная на основе частотного преобразователя, вытяжного вентилятора и датчика разрежения, как альтернатива дорогостоящему датчику скорости. Проводится градуировка измерительного канала, показаны настройки частотного преобразователя. Предлагается распространить такой подход для построения системы регулирования скорости теплоносителя в промышленных конвективных зерносушилках.

Ключевые слова: сушка, скорость теплоносителя, датчик разрежения, частотный преобразователь.

Конвективная сушка является наиболее распространенным способом сушки зерна. К достоинствам такого способа сушки относится возможность одновременной сушки больших объемов зерна. Теплоносителем служит нагретый воздух. Количество подводимого к высушиваемому материалу тепла зависит от его начальной влажности и может регулироваться за счет температуры теплоносителя, экспозицией сушки, а также за счет скорости теплоносителя. Поскольку различные культуры имеют существенно различную скорость витания [1], которая в свою очередь зависит от влажности, изменение скорости теплоносителя при сушке необходимо

еще и для предотвращения выноса высушиваемого материала из сушильной камеры.

Регулирование скорости теплоносителя при использовании вентиляторов с приводом от асинхронных электродвигателей осуществлялось за счет установки поворотных заслонок в воздуховодах и малоэффективно по причине неравномерных расходных характеристик этих заслонок. С появлением частотных преобразователей, позволяющих регулировать частоту вращения асинхронных двигателей в широких пределах, задача регулирования скорости теплоносителя в сушилках может быть решена. Как и любая другая система автоматического



регулирования, работающая по отклонению, кроме регулятора, функции которого может выполнять частотный привод, исполнительного механизма (вентилятора), система должна содержать обратную связь в виде датчика скорости воздушного потока.

Целью настоящего исследования является анализ возможности создания системы регулирования скорости воздушного потока на примере экспериментальной сушильной установки [2].

Практически все частотные преобразователи, выпускаемые в настоящее время, имеют встроенный ПИД регулятор, позволяющий вводить задание, изменять параметры настройки. Датчик обратной связи при этом подключается вместо источника дистанционного ручного управления, имеющего выходной сигнал в виде напряжения или тока. В случае использования частотного преобразователя N700 выходной сигнал должен находиться в диапазоне 0...12 В и соответствовать диапазону скоростей 0...1,5 м/с.

В настоящее время на рынке присутствуют датчики скорости воздуха с электрическим выходным сигналом, работающие по различным физическим принципам – термоанемометрические, крыльчатые, ультразвуковые, на основе трубки Пито с цифровым манометром и различающиеся диапазонами измеряемых скоростей [3]. Наиболее распространены термоанемометрические датчики, диапазон измеряемых скоростей которых начинается с 0,05 м/с. Однако эти датчики не предназначены для измерений в загрязненных потоках, кроме этого стоимость таких датчиков составляет 1000...1500 €. Альтернативным методом измерения скорости воздуха могут служить датчики разрежения. При этом используется принцип измерения переменного перепада давления, когда роль сужающего устройства играет аэродинамическое

сопротивление воздуховода, расположенного до точки измерения. Скорость потока по измеренному давлению вычисляется по формуле [4]:

$$V = k \sqrt{\frac{2\Delta P}{\rho}} \quad (1)$$

Здесь k – коэффициент, учитывающий суммарный коэффициент местных аэродинамических сопротивлений воздуховода и свойства текущей среды;

ρ – плотность текущей среды.

В нашем случае перепад давления создается за счет слоя зерна толщиной 220 мм, помещенного в круглый воздуховод диаметром 100 мм.

Поскольку расчет по формуле (1) затруднен из-за неизвестного аэродинамического сопротивления зернового слоя, зависимость $V = f(\Delta)$ целесообразно определить экспериментально, т.е. провести градуировку измерительного канала. Результаты измерений приведены на рисунке 1.

Скорость воздуха измерялась прибором Testo 405, перепад давления измерялся микроманометром МН 2400, измерения производились при температуре 18 °С.

Градуировочная зависимость позволяет определить диапазон перепадов давления, соответствующий рабочему диапазону скоростей теплоносителя, и выбрать датчик разрежения. Как видно из рисунка 1, диапазон изменения разрежения, соответствующий диапазону рабочих скоростей теплоносителя, составляет 0...0,02 бар (0...2 кПа). Следовательно, для построения системы регулирования скорости теплоносителя можно использовать датчик дифференциального давления DMD 331 с диапазоном измерения 0...2 кПа [5].

Электрическая схема системы регулирования скорости теплоносителя приведена на рисунке 2.

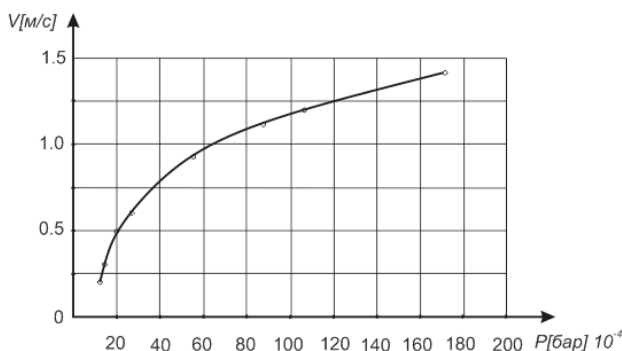


Рис. 1. Градуировочная зависимость $V = f(\Delta)$



Рис. 2. Электрическая схема системы регулирования скорости теплоносителя

Таблица 1

Параметр	Описание	Значение
d05	Отображает обратную связь процесса ПИД с учетом A50	–
A01	Источник задания частоты (уставка)	0
A46	Выбор функции ПИД	1
A47	Регулировка П-составляющей	5%*
A48	Регулировка И-составляющей	10*
A49	Регулировка Д-составляющей	0*
A50	Установка масштабного коэффициента ПИД-регулятора	10*
A51	Источник обратной связи (выход по напряжению)	1
C21	Уровень отклонения ПИД	10%

Символом * в таблице 1 обозначены значения параметров, которые необходимо корректировать в ходе настройки работы системы.

Для питания датчика используется встроенный в частотный преобразователь источник питания 12 В. Выход датчика подключен к аналоговому входу, предназначенному для подключения датчика с выходом по напряжению.

Для реализации режима регулирования скорости теплоносителя необходимо выполнить настройки частотного преобразователя [6]. В частности установить параметры контрольного режима (группа параметров d), режимы базовых функций (группы параметров A, C). Параметры настройки частотного преобразователя приведены в таблице 1.

Выводы

Предложенные технические решения позволяют создать автоматическую систему регулирования скорости теплоносителя в конвективных сушильных установках. Использование датчика разрежения существенно снижает стоимость системы, однако требует градуировки измерительного канала для каждой конфигурации сушильной камеры и воздушных каналов.

Список литературы

1. Акулич П. В. Расчеты сушильных и теплообменных установок. Минск : Беларус. навука, 2010 С. 268–270.
2. Захахатнов В. Г., Кашин П. В. Определения начальной влажности зерна при сушке по времени его нагрева // Вестник ВИЭСХ. 2018. № 1 (30). С. 33–38.
3. Портативные датчики скорости потока воздуха/газов. Режим доступа : https://poltraf.ru/skorost_vozdukha_napravleniya_vetra/datchiki_skorosti_potoka_vozdukha_gazov/portativnye_datchiki_skorosti_potoka_vozdukha_gazov/ (дата обращения 24.012019).
4. Внутренние санитарно-технические устройства Ч. 3. Вентиляция и кондиционирование воздуха : в 3 ч. / Б. В. Баркалов [и др.]. 4-е изд. М. : Стройиздат, 1992. Кн. 2. 416 с.
5. DMD 331. Технические параметры. Режим доступа : <http://www.bdsensors.ru/pdf/doc/dmd331.pdf> (дата обращения 24.012019).
6. N700E. Руководство по эксплуатации. Режим доступа : https://promelectric.ru/media/man_N700E_0.4KW-3.7KW.pdf. (дата обращения 24.012019).

Захахатнов Виктор Глебович, канд. техн. наук, доцент кафедры энергообеспечения и автоматизации технологических процессов, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: zahvg@inbox.ru.

Кашин Павел Викторович, магистрант, кафедра энергообеспечения и автоматизации технологических процессов, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: george-ju@yandex.ru.

Дыленя Виталий Константинович, магистрант, кафедра энергообеспечения и автоматизации технологических процессов, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: dello_2010@mail.ru.

* * *

УДК 631.363.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЦЕНТРОБЕЖНО-РОТОРНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА И СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР ИЛС-0,3

**Н. С. Сергеев, К. В. Судаков, М. Н. Вагнер, П. Д. Дружков,
Д. А. Смирнов, Р. В. Константинов**

В статье отражена важность и целесообразность использования измельченных семян масличных культур как кормовой добавки в рацион кормления. Для достижения высоких экономических показателей в животноводческой отрасли кормовой рацион должен содержать определенный набор веществ, полностью удовлетворяющий потребности организма животного в питательных веществах. Это возможно путем приготовления полноценных комбикормов. В настоящее время доля концентрированных кормов в общем кормовом балансе составляет 29...32%. Производство комбикормов, в состав которых входят белково-витаминные добавки, является важной отраслью сельского хозяйства. Ответственной и энергоемкой технологической операцией в приготовлении комбикормов является измельчение, которое занимает более 50% от общих энерго- и трудозатрат производства. В статье представлен материал и результаты проведенных экспериментов по измельчению семян масличных культур и фуражного зерна в центробежно-роторном измельчителе.

Ключевые слова: комбикорм, фуражное зерно, белково-витаминные добавки, гранулометрический состав, центробежно-роторный измельчитель, угол заземления.

Одним из доступных путей укрепления кормовой базы животноводства и птицеводства является использование так называемых нетрадиционных кормов, таких как соя, семена амаранта, рапса, льна и др. Особенно важно это сейчас, когда комбикормовая промышленность испытывает дефицит основного сырья, в первую очередь источников протеина.

Наибольшую энергетическую ценность имеют семена рапса, поскольку в них содержится от 32 до 50% масла и от 18 до 30% белка, 6–7% клетчатки и 24–26% безэкстрактивных веществ при достаточно высоких коэффициентах переваримости (84,4–93,4%). При измель-

чении семян рапса рапсовая мука отличается высокой энергетической, протеиновой и биологической ценностью. По суммарному содержанию жира и белка рапс превосходит сою и другие бобовые культуры. В семенах новых сортов этой культуры количество антипитательных веществ минимальное [1, 2, 3].

Например, частичная замена концентратов рапсовой мукой в объеме 8...12% от общей массы в рационе лактирующих коров способствует повышению молочной продуктивности на 1,1...1,8 кг в пересчете на молоко 4%-й жирности. (Это подтверждено в производственных условиях Челябинской области и за ее пределами) [4, 5].

Энергетическая ценность жмыха значительно ниже, чем семян. После отжима в нем остается 7–12% жира и 37–38% сырого протеина. В свою очередь следует отметить особую пользу рапсового масла, в котором идеально распределены жирные кислоты. Их в нем всего 7%, в подсолнечном – 12%, а в оливковом – 15%.

Шрот содержит 1–5% жира и до 42% протеина, но энергетическая ценность его по сравнению с семенами также ниже. При этом рапсовые жмых и шрот по энергетической ценности (11,3 и 10,4 МДж обменной энергии) не уступают подсолнечниковым (11,4 и 10,6 МДж) [3, 6].

По планам Минсельхоза РФ, в 2018 году посевы рапса (озимого и ярового) увеличены до 1,2 млн га. К 2025 году площади под рапсом должны быть увеличены в пять раз до 5 млн га. «Имеющиеся перерабатывающие мощности позволяют увеличить объем производства на переработку в два-три раза», – отметил министр сельского хозяйства на Всероссийском агрономическом совещании. По данным Росстата, в 2018 году урожай трех основных масличных агрокультур увеличился на 18% (до 18,5 млн т), в том числе подсолнечника – на 20% (до 12,6 млн т), соевых бобов – на 8% (до 3,9 млн т), рапса – на 31% (до 2 млн т) [7, 8, 9].

На рисунке 1 представлены данные Росстата урожая и площади рапса по годам.

В последние два-три года цены на рапс к тому же складываются выше, чем на подсолнечник. В большей степени производство агрокультуры расширяется за счет азиатской части России – Сибири. Это обусловлено еще и тем, что в регионах СФО невозможно выращивать подсолнечник или сою. Аграрии Татарстана,

Башкортостана, Удмуртии, Челябинской области, учитывая климатические условия, все больше отдают предпочтение возделыванию рапса. Работать в первую очередь с ним предпочитают и в Сибири.

На внешних рынках интерес к рапсу и продуктам его переработки остается высоким. Спрос на него растет в азиатских странах и прежде всего в Китае, где активно развивается животноводство при сокращении производства агрокультуры местными фермерами [16]. К тому же в России запрещена ГМО-продукция [17, 18]. Оттого ценность «чистого» российского рапса и других культур на зарубежных рынках существенно выше [19]. Рапс, выращенный без применения удобрений и пестицидов, наряду с масличным льном – очень перспективная и маржинальная агрокультура. Рапсовое масло востребовано в основном в европейских странах для производства биодизеля [8, 9, 10].

В последние годы во всем мире возрос интерес к использованию льняного масла в пищу в связи с его лечебными свойствами. Получаемое из льняных семян методом холодного прессования масло по своей биологической ценности стоит на первом месте среди пищевых масел. Новые сорта льна масличного формируют достаточно высокий урожай семян (2,3–2,6 т/га) с содержанием масла в них до 49,5–53,0%.

Выращивание масличного льна способствует решению белковой проблемы в животноводстве. Жмых после отжима масла пригоден для кормления всех видов сельскохозяйственных животных. В нем содержится в среднем 33–36% белка и 9–15% жира. Благодаря этому льняной жмых является очень ценным энерго-



Рис. 1. Урожай и площади рапса в России



насыщенным кормом. Его добавки к концентрированным зерновым кормам позволяют сбалансировать их по протеину, жиру и незаменимым аминокислотам. Около 20% льняного масла получают при холодном отжиме и еще почти 10% – горячим отжимом [11].

Учитывая тот факт, что в настоящее время в России большое внимание уделяется увеличению посевных площадей под масличные культуры и последующей их переработке, вопрос применения наиболее эффективных импортозамещающих технологий и машин является актуальной проблемой. Немаловажное значение при этом имеет снижение затрат энергии при отжиме масла из семян масличных культур и его остаточного количества в жмыхе. Для этого нами предлагается перед отжимом осуществлять предварительное измельчение семян рапса и других масличных культур способом резания с использованием центробежно-роторных измельчителей ИЛС, разработанных в ЮУрГАУ.

Цель работы – на базе теории резания В.П. Горячкина создать рабочие органы, обеспечивающие измельчение семян масличных культур без выжима масла и фуражного зерна с минимальным расходом энергии.

Материалы и методы исследования

В ЮУрГАУ на кафедре технологии механизации животноводства и инженерной графики продолжаются научно-исследовательские работы по повышению эффективности измельчения фуражного зерна и семян масличных культур. Центробежно-роторные измельчители «ИЛС» позволяют существенно упростить и удешевить весь процесс измельчения, при этом получать готовый продукт высокого качества. Выбор способа механического измельчения, определяемый физико-механическими свойствами материала, его начальными и конечными размерами, оказывает существенное влияние на удельную энергоёмкость и качество измельчения.

В агрегатах «ИЛС» использована принципиально новая технология измельчения, при которой материал разрушается способом среза и скалывания (резания) с получением равномерного гранулометрического состава готового продукта. По теории резания В.П. Горячкина для технологического процесса резания материалов основными параметрами являются давление ножа на материал и боковое его движение. Количественное соотношение между двумя этими параметрами характеризуется значениями коэффициентов скольжения и тре-

ния лезвия ножа о разрезаемый материал. При этом следует отметить, что немаловажную роль играет угол защемления χ . Угол защемления χ – это угол между рабочими кромками режущего и противорежущего элементов в зоне резания, при котором измельчаемый зерновой материал прекращает свое движение и начинается его перерезание. Если такое условие не соблюдается и режущие элементы параллельны между собой, т.е. нет угла защемления, такой способ резания принято называть «рубка». Указанные параметры характеризуют форму и величину геометрических тел, а также их взаимное расположение, как в статике, так и в динамике [12, 13, 14].

Нами были проведены эксперименты по измельчению фуражного зерна и семян масличных культур в измельчителе ИЛС-0,3 двумя способами: «резанием» и «рубкой». Механизм измельчения представлен на рисунке 2.

Рабочими органами механизма измельчения (рис. 2) являются горизонтально и соосно установленные два диска – ротор 2 и статор 3. Диск-ротор может вращаться в противоположные стороны. На рабочих поверхностях дисков выполнены кольцевые выступы 4, 5, 6. Выступы верхнего диска-статора расположены соосно между выступами нижнего диска-ротора.

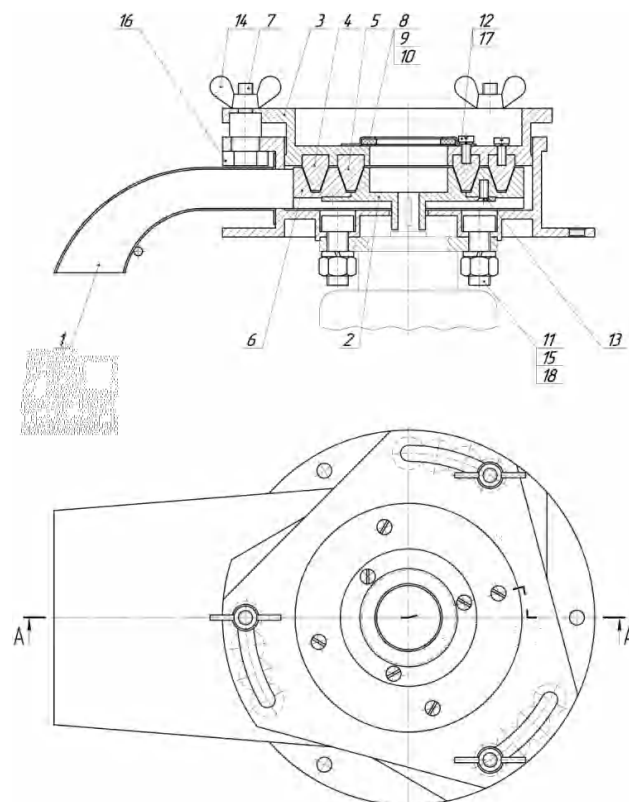


Рис. 2. Механизм измельчения

Кольцевые выступы в радиальном направлении имеют сквозные пазы, образуя, таким образом, режущие элементы в виде пуансонов. Процесс измельчения осуществляется за счет среза и скалывания исходного материала кромками режущих пар, образованных сквозными радиальными пазами смежных кольцевых выступов рабочих органов. Стенки сквозных пазов смежных кольцевых выступов наклонены под углом к рабочей поверхности дисков в противоположные стороны, образуя в режущей паре угол защемления χ , который обеспечивает процесс резания со скольжением. При этом режущие кромки стенок пазов более износоустойчивее и долговечнее, чем острые кромки ножевых аппаратов.

Рабочий процесс осуществляется следующим образом: исходный материал из приемного бункера-дозатора поступает в центральную часть зоны измельчения рабочей камеры и под действием центробежных сил перемещается по сквозным радиальным пазам (каналам) кольцевых выступов к периферии дисков. В результате происходит вышеописанный процесс измельчения. Качество измельчения (модуль помола) регулируется посредством поворота корпуса диска-статора 2 в горизонтальной плоскости

на одно из фиксируемых углублений в этом же корпусе. Фиксация выбранного положения осуществляется «гайками-барашками» 14. Такая регулировка обеспечивает уменьшение или увеличение зазора между режущими элементами смежных кольцевых выступов, что влияет на модуль помола. Техническая характеристика измельчителя представлена в таблице 1, результаты экспериментальных исследований в таблице 2 и диаграммы основных показателей на рисунках 3 и 4.

При проведении экспериментов за основу принималось следующее:

1. Возможность стабилизации основных параметров, влияющих на процесс измельчения и достижение устойчивых режимов работы.

2. Возможность контроля рабочего процесса измельчения при помощи устройств, позволяющих регистрировать следующие параметры:

- частоту вращения диска-ротора измельчителя;
- подачу зернового материала;
- влажность исходного материала;
- потребляемую мощность на измельчение и холостой ход установки;

Таблица 1 – Техническая характеристика измельчителя ИЛС-0,3

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	ИЛС-0,3
1	Производительность	т/ч	0,3–0,5
2	Установленная мощность	кВт	1,1
3	Питание от сети	В	220
4	Влажность измельчаемого материала	%	до 20
5	Жирность исходного материала	%	до 50
6	Крупность помола	мм	0,2–3,0
7	Габаритные размеры		
	– высота	мм	620
	– длина	мм	370
	– ширина	мм	280
8	Масса	кг	30

Таблица 2 – Результаты экспериментальных исследований по измельчению зерна и семян масличных культур двумя способами

Измельчаемый материал	Влажность, %	Резание		Рубка	
		$N_{уд}$, кВт·ч/т	Q , кг/ч	$N_{уд}$, кВт·ч/т	Q , кг/ч
Пшеница	13	4,78	447	5,95	289
Ячмень	14	6,41	293	8,53	178
Рапс	8	2,5	615	3	525
Лен	10	2,6	439	3,17	416



- взвешивание исходного продукта до и после измельчения;
- гранулометрический состав продуктов измельчения;

Частота вращения диска-ротора фиксировалась стробоскопическим тахометром. Исходный материал подавался в камеру измельчения при помощи саморазгружающего гравитационного бункера-дозатора зерна. Влажность зерновых и семян масличных культур, а также продуктов их переработки замерялась влагомером Wile 65, предназначенным для экспресс-измерения. Мощность, потребляемую установкой в опытах, регистрировали на измерительном комплекте К-505. Для анализа качества измельчения зернового материала использовался вибрационный классификатор РКФ-1 с набором сит. Взвешивание навесок и остатка на ситах осуществлялось на электронных весах ВЛКТ-

500М с абсолютной погрешностью измерения не более 0,01 г. Время проведения опыта фиксировалось электронным секундомером.

Выводы

На основании вышеизложенного можно заключить следующее.

1. Полученные результаты измельчения фуражного зерна и семян масличных культур методом экспериментального исследования свидетельствуют о том, что способ измельчения «резанием» наиболее эффективен и менее энергоемок по сравнению со способом, осуществляемым «рубкой».

2. При одинаковых условиях измельчения удельная энергоемкость уменьшилась в среднем:

- зерновые культуры, на 23 %;
- масличные культуры, на 18 %.

Удельная энергоемкость (N уд) измельчителя ИЛС-0,3

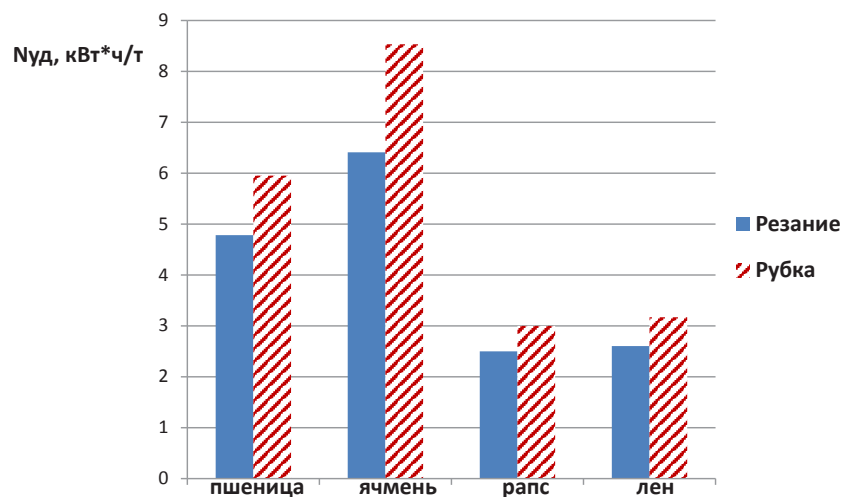


Рис. 3. Диаграммы энергозатрат измельчения зерна и семян масличных культур двумя способами

Производительность (G) измельчителя ИЛС-0,3

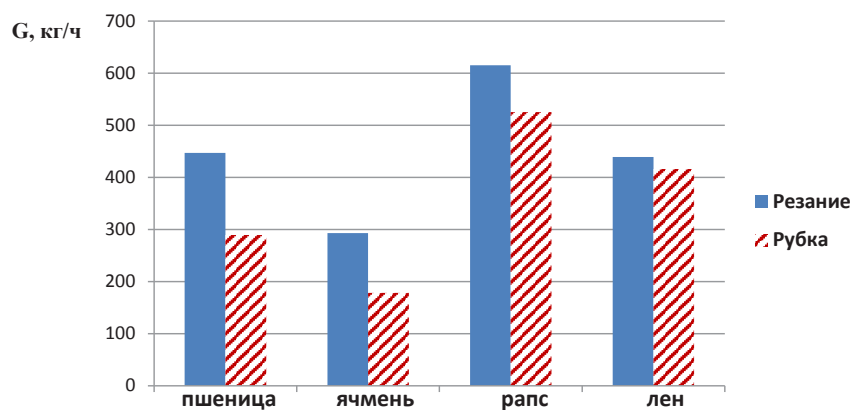


Рис. 4. Диаграммы производительности измельчителя зерна и семян масличных культур двумя способами

3. Производительность соответственно увеличилась в среднем:

- зерновые культуры, на 36%;
- масличные культуры, на 10%.

Рекомендации

Результаты работы могут быть использованы при проектировании и изготовлении центробежно-роторных измельчителей семян масличных культур и фуражного зерна для сельскохозяйственного производства и перерабатывающей промышленности АПК России.

Список литературы

1. Статистические материалы и результаты исследований развития агропромышленного производства России. М. : РАСХН, 2016. 254 с.
2. Иванов Ю. А. Перспективные технологии производства продукции животноводства – основа разработки системы машин для отрасли на период до 2020 г. // Вестник ВНИИМЖ. 2012. № 1 (5). С. 5–12.
3. Сергеев Н. С. Центробежно-роторные измельчители фуражного зерна : дис. ... д-ра техн. наук. Челябинск, 2008. 316 с.
4. Митякова Р. П., Чегодаев В. Г. Сравнительная оценка различных способов подготовки семян рапса к скармливанию // Резервы увеличения производства продуктов животноводства в Сибири : сб. науч. тр. / СибНИПТИЖ. Новосибирск, 1994. С. 160–164.
5. Сергеев Н. С., Прыкина Т. В., Шахмаев Н. К. Использование рапсовой муки в рационе дойных коров // Материалы XLIII науч.-техн. конференции. Челябинск : ЧГАУ, 2004. С. 38–41.
6. Зерновые, бобовые и масличные культуры. Стандарты. М. : Изд-во стандартов, 1980. 344 с.
7. Минсельхоз России. Режим доступа : <http://old.mcx.ru>. Дата обращения: 29.12.2018.
8. Минсельхоз России. Новости Российской Федерации. Режим доступа : http://www.chelagro.ru/webnewspaper/index.php?ELEMENT_ID=14995&spphrase_id=124566. Дата обращения: 29.12.2018.
9. К вопросу возделывания рапса ярового в России в XIX в. и в начале XX в. / Р. Б. Нурлыгаянов [и др.] // Тенденции сельскохозяйственного производства в современной России : ма-

тер. XII Междунар. науч.-практ. конференции. Кемерово : КГСХИ, 2013. С. 225–229.

10. Гулидова В. А., Хрюкина Е. И., Сергеев Г. Я. Рапс. Современные технологии возделывания. Практическое руководство. Воронеж, 2013. 44 с.

11. Зальцман В. А. Лен масличный – ценная сельскохозяйственная культура // Нивы России. 2017. № 4. С. 29–32.

12. Сыроватка В. И., Сергеев Н. С. Обоснование рабочих органов измельчителей семян рапса и фуражного зерна на базе «Земледельческой механики» В. П. Горячкина // Техника в сельском хозяйстве. 2008. № 2. С. 30–34.

13. Сыроватка В. И., Сергеев Н. С. Изыскание энергосберегающих рабочих органов для измельчения семян рапса и фуражного зерна // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2008. Т. 18. № 3. С. 3–12.

14. Сергеев Н. С. Влияние конструктивных параметров режущих элементов на статическое и динамическое усилие резания зерна // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 2008. № 1. С. 36–37.

15. Пат. РФ 166486. Устройство для измельчения сыпучих материалов / Н. С. Сергеев, Д. Н. Сергеев, Б. В. Забегаев ; заявл. 20.07.2015 ; опубл. 27.11.2016, Бюл. № 33.

16. Производственный потенциал сельского хозяйства: этапы развития, состояние, проблемы модернизации : учеб. пособие / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, М. В. Запелалов, Н. В. Костюченков. Челябинск, 2018. 292 с.

17. Плаксин А. М., Гриценко А. В. Ресурсы растениеводства. Энергетика машинно-тракторных агрегатов : монография. 2-е изд., перераб. и доп. Челябинск, 2015. 307 с.

18. Плаксин А. М., Ганиев И., Гриценко А. В. Взаимосвязь натуральных и стоимостных показателей технико-технологической оснащенности процессов в растениеводстве // АПК России. 2015. Т. 71. С. 67–75.

19. Взаимосвязь показателей, определяющих уровень технико-технологической оснащенности процессов в растениеводстве / А. М. Плаксин, И. Ганиев, А. В. Гриценко, К. В. Глемба // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 12 (99). С. 194–199.

Сергеев Николай Степанович, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Технология и механизация животноводства и инженерная графика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: s.n.st@mail.ru.



Судаков Константин Викторович, старший преподаватель кафедры «Технология и механизация животноводства и инженерная графика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: ckv@mail.ru.

Вагнер Максим Николаевич, магистрант кафедры «Технология и механизация животноводства и инженерная графика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: maksvagner2001@mail.ru.

Дружков Павел Дмитриевич, магистрант кафедры «Технология и механизация животноводства и инженерная графика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: pavdrygkov2000@mai.ru.

Смирнов Дмитрий Андреевич, магистрант кафедры «Технология и механизация животноводства и инженерная графика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: Dimon_Varna_857@mail.ru.

Константинов Роман Валерьевич, магистрант кафедры «Технология и механизация животноводства и инженерная графика», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: romakonstantinov1996@yandex.ru.

* * *

УДК 631.3(470.55)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ОСНАЩЕННОСТИ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКОЙ

А. В. Старунов, А. Е. Агеева, В. А. Старунова

В статье рассматривается проблема технической оснащенности сельскохозяйственных организаций Челябинской области основной сельскохозяйственной техникой. Представлен анализ состояния парка тракторов, зерноуборочных комбайнов, плугов, культиваторов, сеялок, косилок и жаток валковых за период с 1995 г. по 2017 г., эксплуатирующихся в условиях данных организаций различных форм собственности по области в целом и муниципальным районам в частности. Рассмотрены некоторые результаты реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы в Челябинской области за период с 2017-го по 2018 гг. Результаты исследования демонстрируют низкий уровень технической оснащенности сельскохозяйственных организаций основными видами техники. Определено, что парк тракторов и зерноуборочных комбайнов сократился по сравнению с 1995 годом в 7 и 7,8 раза соответственно, техническая оснащенность тракторами на 1000 га пашни составляет 5 единиц, что превышает среднее значение по Российской Федерации, но не соответствует нормативному значению данного показателя. Среднее значение пашни на один трактор составляет 230 га. Определены основные представители машинно-тракторного парка сельскохозяйственных организаций Челябинской области. Установлено, что техническая оснащенность зерноуборочными комбайнами составляет 1...2 единицы на 1000 га посевной площади и не превышает данное значение по Российской Федерации (РФ) и нормативного значения. Средняя нагрузка на один зерноуборочный комбайн составляет 352 га. Представлены рекомендации по повышению технической оснащенности сельскохозяйственных организаций.

Ключевые слова: техническая оснащенность, сельское хозяйство, парк сельскохозяйственной техники, сельскохозяйственное производство, основной представитель машинно-тракторного парка.

Обеспечение продовольственной безопасности страны невозможно без устойчивого развития сельскохозяйственного производства, которое во многом зависит от состояния и рационального использования машинно-тракторного парка.

Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы предусматривает за счет реализации различных мероприятий частичное обновление материально-технической базы сельскохозяйственного производства и в частности его машинно-тракторного парка.

На Всероссийском форуме сельхозпроизводителей (март 2018 г.) было озвучено, что на поддержку сельского хозяйства в этом году предусмотрено более 240 млрд рублей, в том числе и на обновление сельскохозяйственной техники [1].

Рассмотрим, как изменилась техническая оснащенность основной сельскохозяйственной техникой сельскохозяйственных организаций Челябинской области в ходе реализации данной Государственной программы.

В настоящее время Челябинская область включает 27 муниципальных районов, на территории которых расположено более 250 пред-



приятый, основным направлением деятельности которых является растениеводство и животноводство [2]. Общие размеры посевных площадей в 2018 году составили 1,9 млн га или 2,3...2,5% от всех посевных площадей страны. Регион размещается на 13–14-м месте по размеру посевных площадей среди субъектов Российской Федерации [3].

Анализ национальных докладов «О ходе и результатах реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы» за период с 2014-го по 2017 годы позволяет установить невысокую активность Уральского федерального округа в целом (6-е место среди всех федеральных округов РФ) и Челябинской области в частности в реализации программы и проведении технической модернизации АПК [4].

Цель исследования – проанализировать техническую оснащенность сельскохозяйственных организаций Челябинской области основной сельскохозяйственной техникой.

Метод исследования – фактографический метод.

Результаты исследований

Рассмотрим динамику технической оснащенности основной техникой сельскохозяйственных организаций Челябинской области, используя данные [5, 6].

За рассматриваемый период наблюдается устойчивое снижение количественного состава тракторов сельскохозяйственного назначения. По сравнению с 1995 г. в 2017 г. парк тракторов сократился в 7 раз. При этом начиная с 2013 г. среднее ежегодное списание тракторов установилось на уровне 9%. Это значение превышает в 1,5...2 раза темпы снижения количества тракторов по Российской Федерации за тот же период, составляющие всего 4...6%.

Анализируя динамику технической оснащенности зерноуборочными комбайнами, необходимо отметить, что ежегодное списание комбайнов из эксплуатации составило от 3 до 18%, а в целом с 1995 г. парк сократился на 87% или в 7,8 раза. Такая ситуация наблюдалась не только в Российской Федерации, но и в странах ближнего зарубежья, например, в Казахстане [7].

Необходимо отметить, что в РФ в 2014 г. в соответствии с постановлением Правительства РФ № 1432 от 27.12.2012 г. отечественные сельскохозяйственные машиностроители реализовали сельскохозяйственным товаропроизводителям 1844 трактора и 1584 зерноуборочных комбайна, в 2015 г. было реализовано 979 тракторов и 2195 зерноуборочных комбайнов, в 2016 г. 1092 трактора и 3120 зерноуборочных комбайнов, однако в Уральском федеральном округе и соответственно в Челябинской области реализация техники по этому

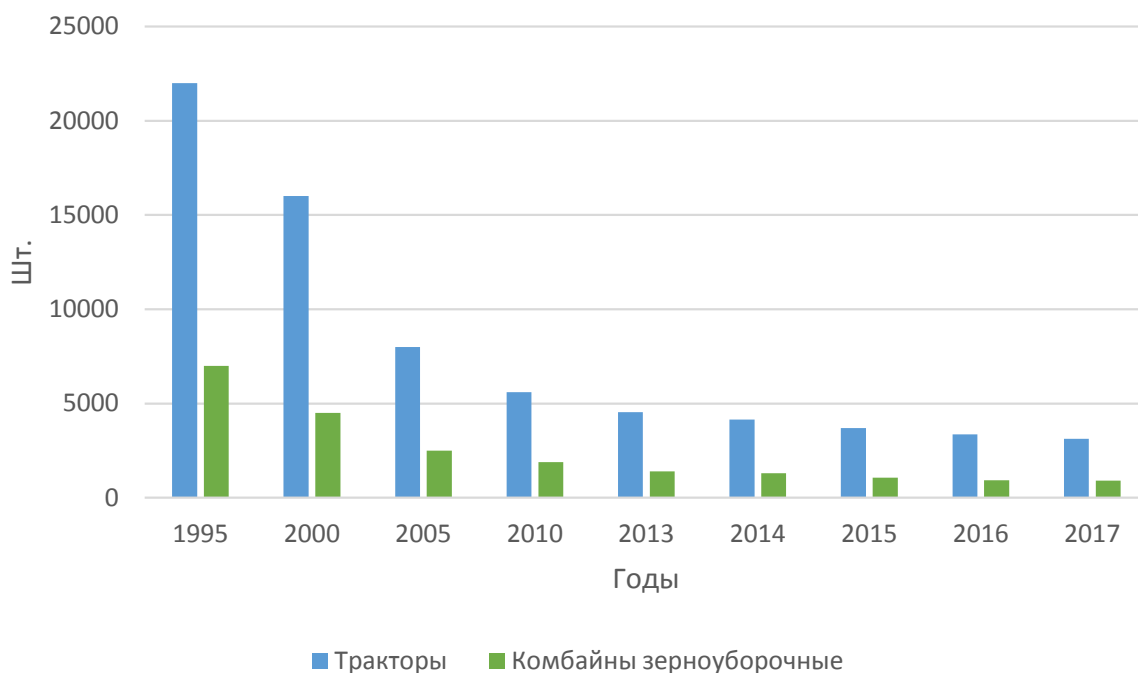


Рис. 1. Наличие тракторов и зерноуборочных комбайнов в сельскохозяйственных организациях Челябинской области

постановлению не осуществлялась [4], что несомненно повлияло на техническую оснащенность сельскохозяйственных организаций области и темпы сокращения парка тракторов и комбайнов.

Для стимулирования обновления парка сельскохозяйственной техники и оборудования в 2017 году в Челябинской области начинается реализация вышеназванной Государственной программы. На период с 2017 г. по 2020 г. сельскохозяйственным товаропроизводителям в качестве субсидий на возмещение части затрат при приобретении сельскохозяйственной техники из областного бюджета планировалось ассигновать 700 млн руб. [8], при этом 400 млн руб. должно было быть освоено в 2017–2018 годах. По данным Минсельхоза Челябинской области, данная программа позволила сельхозтоваропроизводителям приобрести только в 2018 г. 712 единиц техники и оборудования, а за период с 2015-го по 2017 гг. в области было приобретено 378 комбайнов, из них 296 производства компании Ростсельмаш [3]. При этом, по данным Минсельхоза РФ [9], за период 2017–2018 гг. в Челябинской области произошло снижение энергообеспеченности со 109,3 до 106,1 л.с./100 га, что в 1,4 раза меньше значения данного показателя по РФ. На основе этого можно заключить, что произошедшее обновление парка не оказало особого влияния на повышение технической оснащенности сельскохозяйственных организаций области.

Подобная ситуация наблюдается и в отношении других технических средств (рис. 2): плугов, культиваторов, сеялок, косилок и жаток валковых.

Количество плугов за период с 1995-го по 2017 гг. сократилось на 91,7% и составило 581 ед., культиваторов на 89,3% (остаток 658 ед.), сеялок на 88,9% (остаток 1329 ед.), жаток валковых на 89,2% (остаток 450 ед.), косилок на 86,7% (остаток 347 ед.) [10]. Проведя несложные расчеты, можно установить, что техническая оснащенность этими средствами довольно низкая и не соответствует существующим нормам.

Подробно техническую оснащенность основной техникой сельскохозяйственных предприятий, крестьянских (фермерских) хозяйств и индивидуальных предпринимателей (без учета тракторов, находящихся в хозяйствах населения) по муниципальным районам Челябинской области можно рассмотреть на основе информации, представленной в таблице 1 [11].

Анализ представленных данных позволяет отметить следующее:

- на размеры пашни и посевных площадей по муниципальным районам области несомненно оказывают влияние рельеф и природно-климатические условия, крупные сельскохозяйственные предприятия располагаются в степной зоне;
- техническая оснащенность сельскохозяйственных предприятий, крестьянских фер-

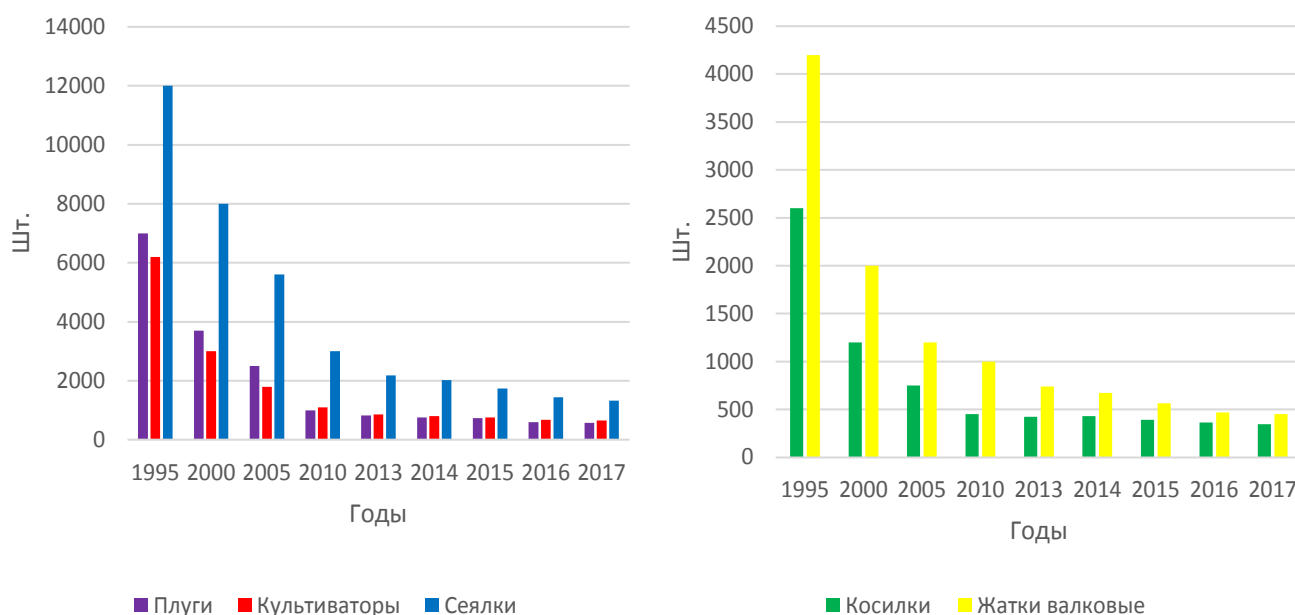


Рис. 2. Наличие плугов, культиваторов, сеялок, косилок и жаток валковых в сельскохозяйственных предприятиях Челябинской области



мерских хозяйств и индивидуальных предпринимателей имеет значение ниже нормативного. Наименее технически оснащенными районами по тракторам являются Агаповский и Варненский – 2 единицы на 1000 га пашни, максимальное значение приходится на Кусинский и Ашинский районы, соответственно 21 и 13 ед. При этом завышенная оснащенность объясняется малым значением пашни;

- по области среднее значение тракторов на 1000 га пашни составляет 3 единицы, что не превышает это же значение по Российской

Федерации при среднем значении пашни, приходящейся на один трактор 273 га, что меньше в 1,12 раза по стране [13];

- техническая оснащенность сельскохозяйственных организаций зерноуборочными комбайнами составляет 1...2 комбайна на 1000 га посевной площади и не превышает данное значение по Российской Федерации. В несельскохозяйственных муниципальных районах (Коркинский, Катав-Ивановский, Кусинский и Еманжелинский) зерноуборочные комбайны отсутствуют. Средняя нагрузка

Таблица 1 – Техническая оснащенность сельскохозяйственных организаций по муниципальным районам Челябинской области на 1.06.2016 г.

Муниципальный район	Площадь пашни, тыс. га	Тракторы, шт.	Посевные площади под зерновые и зернобобовые, тыс. га	Комбайны, шт.	Приходится тракторов на 1000 га пашни, шт.	Приходится пашни на 1 трактор, га	Приходится комбайнов на 1000 га посевной площади, шт.	Приходится посевов зерновых и зернобобовых на 1 комбайн, га
Коркинский	0,64	2	0	0	2	320,0	0	0
Катав-Ивановский	0,8	3	0	0	3	261,9	0	0
Кусинский	0,8	17	0,01	0	21	46,5	0	0
Ашинский	1,3	17	0,04	1	13	72,3	25	40
Еманжелинский	3,1	0	0	0	0	0	0	0
Саткинский	5,4	51	1,1	7	9	104,8	6	153,8
Нязепетровский	10,4	64	1,45	10	6	162,6	6	145,0
Кунашакский	20,8	118	10,7	30	5	175,8	3	356,3
Каслинский	22,9	122	10,4	22	5	187,8	2	471,6
Красноармейский	33,1	300	13,6	73	9	110,3	5	186,2
Аргаяшский	33,2	297	16,1	42	9	111,3	2	382,9
Сосновский	36,7	381	14,5	75	10	96,2	5	192,9
Пластовский	36,7	126	25,0	42	3	290,7	1	595,5
Еткульский	65,4	376	56,6	96	6	174,0	1	590,0
Чебаркульский	72,3	290	33,4	94	4	249,5	1	355,2
Уйский	91,0	366	59,3	163	4	248,6	2	363,5
Нагайбакский	99,8	296	73,9	167	3	337,1	2	442,9
Увельский	102,4	393	70,9	150	4	260,5	2	472,8
Карталинский	119,6	410	77,1	189	3	291,6	2	407,6
Верхнеуральский	131,3	464	84,5	182	3	283,2	2	464,1
Агаповский	139,9	341	84,96	132	2	410,1	1	643,6
Чесменский	144,1	427	94,0	149	3	337,5	1	631,1
Кизильский	153,6	518	116,3	277	3	296,5	2	419,8
Октябрьский	171,1	531	94,16	239	3	322,3	2	393,9
Варненский	188,7	522	121,8	214	2	361,5	1	569,4
Троицкий	210,6	637	149,6	275	3	330,5	1	543,9
Брединский	243,3	757	165,3	235	3	321,4	1	703,5
Итого	2138,9	7826	1374,72	2864				

на один зерноуборочный комбайн составляет 479 га, что на 54 га выше, чем по Российской Федерации [13].

В таблице 2 приведены данные по составу тракторов (по маркам) в разрезе муниципальных районов Челябинской области.

Представленные данные позволяют отметить, что основным представителем МТП сельскохозяйственных организаций можно считать трактор типа МТЗ, на долю которого приходится более 60% от всего парка. Наибольшее их количество располагается в Троицком, Кизильском и Брединском районах. Менее распространенными из-за изношенности и вывода из эксплуатации являются трактора ДТ и Т-40. Наибольшее их количество сосредоточено в Брединском и Октябрьском районах.

Доля импортных тракторов в общем составе МТП составляет 14%. Тенденция снижения импортной техники наметилась после включения Челябинской области в подпрограмму «Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие», мотивирующая сельхозтоваропроизводителей на приобретение сельскохозяйственной техники отечественного производства.

Рассмотрим распределение состава зерноуборочных комбайнов по муниципальным районам Челябинской области (табл. 3).

Представленные данные характеризуют комбайновый парк сельскохозяйственных организаций как физически изношенный, низкопродуктивный и устаревший, например, комбайн Дон 1500Б, доля которого составляет 43%, выпущенный до 2006 года. Доля современ-

Таблица 2 – Распределение тракторов по муниципальным районам Челябинской области

Муниципальный район	Марка трактора				
	МТЗ	Т-40	ДТ	Кировец	др. трактора
Агаповский	226	18	12	61	24
Аргаяшский	231	11	6	22	27
Ашинский	9	3	1	2	2
Брединский	359	96	43	215	44
Варненский	272	34	28	114	74
Верхнеуральский	274	23	23	82	62
Еманжелинский	0	0	0	0	0
Еткульский	187	12	24	72	81
Карталинский	286	11	13	52	48
Каслинский	75	2	4	18	23
Катав-Ивановский	1	0	0	1	1
Кизильский	362	4	8	76	68
Коркинский	2	0	0	0	0
Красноармейский	181	6	12	58	43
Кунашакский	73	2	3	17	23
Кусинский	8	2	1	2	4
Нагайбакский	208	4	6	41	37
Нязепетровский	31	8	3	5	17
Октябрьский	306	28	23	96	78
Пластовский	62	6	8	26	24
Саткинский	27	1	2	7	14
Сосновский	216	21	14	76	54
Троицкий	421	8	15	107	86
Увельский	236	14	9	62	72
Уйский	237	12	16	52	49
Чибаркульский	164	8	15	49	54
Чесменский	261	18	12	54	82
ИТОГО:	4715	352	301	1367	1091



ных зерноуборочных комбайнов отечественного и импортного производства (John Deer W650 и РСМ-142 Acros) составляет всего лишь 12%. На основании вышеизложенного можно отметить, что парк зерноуборочных комбайнов требует обновления, что существенно повлияет на сроки выполнения уборочных работ и качество собираемого урожая.

Установить основного представителя в парке зерноуборочных комбайнов довольно затруднительно, т.к. на долю комбайнов Енисей и СК-5 Нива, схожих по техническому исполнению, приходится примерно такой же процент, как и на комбайны Дон 1500Б (45,5%).

Низкая техническая оснащенность организаций приводит к увеличению нагрузки на сельскохозяйственную технику, ситуация усугубляется тем, что по данным [14, 15, 16], в Челябин-

ской области более половины эксплуатируемой техники находится за пределами амортизационных сроков эксплуатации и выработало свой ресурс.

Выводы

Таким образом, за анализируемый период (1995–2017 гг.) в сельскохозяйственных организациях Челябинской области произошло значительное снижение технической оснащенности основными машинами и оборудованием. Количество тракторов и зерноуборочных комбайнов, работающих в полях, сократилось по сравнению с 1995 г. в 7 и более раз. При этом значительное количество организаций вследствие нехватки денежных средств вынуждены использовать устаревшую и изношенную более чем на 60...70% технику, что приводит к увеличению

Таблица 3 – Распределение комбайнов по муниципальным районам Челябинской области

Муниципальный район	ДОН-1500Б	Енисей	Нива СК-5	John Deer W650	PCM-142 Acros
Агаповский	41	58	26	3	4
Аргаяшский	15	14	12	0	1
Ашинский	0	1	0	0	0
Брединский	75	60	83	1	16
Варненский	57	69	65	2	21
Верхнеуральский	45	70	44	3	20
Еманжелинский	0	0	0	0	0
Еткульский	66	17	9	0	4
Карталинский	98	35	54	0	2
Каслинский	10	2	7	1	2
Катав-Ивановский	0	0	0	0	0
Кизильский	135	68	60	1	13
Коркинский	0	0	0	0	0
Красноармейский	64	0	4	2	3
Кунашакский	17	4	0	0	9
Кусинский	0	0	0	0	0
Нагайбакский	78	14	23	10	42
Нязепетровский	0	2	8	0	0
Октябрьский	82	30	110	2	15
Пластовский	32	1	5	1	3
Саткинский	1	0	5	1	0
Сосновский	0	25	22	1	27
Троицкий	115	27	60	16	57
Увельский	75	36	18	3	18
Уйский	50	54	58		1
Чебаркульский	81	3	1	5	4
Чесменский	88	2	38	2	19
ИТОГО:	1225	592	712	54	281

сроков выполнения агротехнических работ, значительным потерям сельскохозяйственной продукции и повышению затрат на ремонт.

Выполненный анализ технической оснащенности сельскохозяйственных организаций в разрезе муниципальных районов позволит более рационально осуществлять финансовую поддержку сельхозтоваропроизводителей со стороны Министерства сельского хозяйства Челябинской области при приобретении новой техники.

При наличии изношенного и устаревшего машинно-тракторного парка для поддержания его в работоспособном состоянии сельхозтоваропроизводителями требуется совершенствование организации работ по техническому обслуживанию и ремонту.

Список литературы

1. Министерство сельского хозяйства Челябинской области. Режим доступа : <http://www.chelagro.ru>.
2. Национальный доклад о ходе и результатах реализации в 2014, 2015, 2016, 2017 гг. Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы.
3. Сельское хозяйство Челябинской области / Экспертно-аналитический центр агробизнеса «АБ-Центр». Режим доступа : <http://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-chelyabinskoj-oblasti>.
4. Федеральная служба государственной статистики. Режим доступа : http://chelstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstats/chelstat/ru/publications/officialpublications/electronic_versions.
5. Салыков Б. Р., Старунов А. В., Старунова И. Н. Оснащенность крестьянских хозяйств Костанайской области техникой // 3i: intellect, idea, innovation – интеллект, идея, инновация. 2002. № 3–4. С. 20–22.
6. Правительство Челябинской области. Постановление от 21 декабря 2016 г. № 724-П «О государственной программе Челябинской области «Развитие сельского хозяйства в Челябинской области на 2017–2020 годы».
7. Министерство сельского хозяйства Иркутской области. Режим доступа : http://irkobl.ru/sites/agroline/02_Chekmarev_31_01.pdf.
8. Нормативы потребности АПК в технике для растениеводства и животноводства. Минсельхоз России. М., 2003. 84 с.
9. Статистический ежегодник по Челябинской области. Режим доступа : http://chelstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstats/chelstat/ru/publications/officialpublications/electronic_versions.
10. Итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года : в 7 т. / Челябинскстат. Челябинск, 2018. Т. 1 : Основные итоги Всероссийской сельскохозяйственной переписи 2016 года. Кн. 2 : Итоги по муниципальным районам и городским округам Челябинской области. 212 с.
11. Россия в цифрах. 2017 : крат. стат. сб. / Росстат. М., 2017. 511 с.
12. Перепелкины.РФ: Тематический ресурс для собственников хозяйств, подворий, заводчиков и владельцев птицы. Режим доступа : <https://perepelkiny.ru/about.html> <https://perepelkiny.ru/6485vapkchelyabinskoioblastiuskorilsya-process-tehnicheskogo-obnovleniya.html>.
13. Производственный потенциал сельского хозяйства: этапы развития, состояние, проблемы модернизации : учеб. пособие / А. М. Плаксин, А. В. Гриценко, М. В. Запелалов, Н. В. Костюченков. Челябинск, 2018. 292 с.
14. Плаксин А. М., Гриценко А. В. Ресурсы растениеводства. Энергетика машинно-тракторных агрегатов : монография. 2-е изд., перераб. и доп. Челябинск, 2015. 307 с.

Старунов Александр Владимирович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Технология и организация технического сервиса», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: alex_starunov68@mail.ru.

Агеева Анастасия Евгеньевна, магистрант 2-го года обучения, факультет «Технический сервис в АПК», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: mrs_anastasia@list.ru.

Старунова Валерия Александровна, студент 2-го курса, факультет «Технический сервис в АПК», ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: lera.starunova@mail.ru.

* * *

УДК 619:617.3+636.7+619:616-003.9

**ВЛИЯНИЕ СТРОМАЛЬНО-ВАСКУЛЯРНОЙ ФРАКЦИИ ЖИРОВОЙ ТКАНИ
НА РЕПАРАТИВНЫЙ ОСТЕОГЕНЕЗ У ЖИВОТНЫХ****А. В. Шудрик, И. Г. Киселев, А. Н. Безин**

Поиск способов стимуляции репаративного остеогенеза является актуальным вопросом современной ортопедии и травматологии. Изучение влияния стромально-васкулярной фракции жировой ткани (СВФЖТ) на различные регенеративные процессы, в том числе и репаративный остеогенез, является актуальным направлением исследований в регенеративной медицине. В статье изложены результаты эксперимента по замещению дефектов локтевой кости с использованием биокompозитного остеопластического материала «Коллапан-О», обогащенного СВФЖТ. Эксперимент проводился на собаках. Приведены результаты рентгенологической оценки результатов исследования. В ходе эксперимента выявлено стимулирующее действие СВФЖТ на остеорепаративные процессы у собак, в дефект кости у которых имплантировали «Коллапан-О», обогащенный СВФЖТ.

Ключевые слова: стромально-васкулярная фракция жировой ткани, мультипотентные мезенхимальные стромальные клетки, репаративный остеогенез.

Вопросы стимуляции остеорепаративных процессов и замещения дефектов костной ткани являются базовыми в травматологии. Они не только не теряют актуальности с течением времени, но и приобретают повышенную значимость с развитием цивилизации и технического прогресса, так как возрастает количество случаев тяжелого травматизма, вызванного высокоэнергетическими воздействиями – автотравмы, высотные политравмы, огнестрельные ранения и др. [1, 2]. Подобные травмы часто сочетаются с осложненными переломами: открытыми, раздробленными, сопровождающимися инфицированием и потерей значительных костных фрагментов.

Ввиду роста популяции собак карликовых пород актуальной проблемой в современной ветеринарной травматологии является предупреждение развития осложнений репаративного остеогенеза в виде отсутствия консолидации и деструкции костных фрагментов при переломах предплечий [3, 4].

Внимание к проблеме замещения дефектов костной ткани и стимуляции репаративного остеогенеза обусловлено также высокой частотой ортопедических патологий и разнообразием послеоперационных осложнений [5, 6].

Современная литература изобилует данными об успешном замещении костных дефектов

синтетическими остеопластическими материалами (СОПМ). Широкое применение находят биоконпозиционные СОПМ на основе фосфорно-кальциевых соединений, а также протеогликанов и коллагена, выделенных из тканей живых организмов [7, 8, 9, 10]. Биоконпозиции на основе гидроксиапатита, коллагена и сульфатированных гликозаминогликанов показывают хорошую эффективность, так как имеют широкий диапазон применения и свойство стимулировать репаративный остеогенез [11, 12, 13]. Область применения этих материалов различна – от стоматологии до масштабных остеозамещающих операций [7, 8, 12]. Но имеющиеся на данный момент материалы не полностью устраивают практикующих ортопедов по ряду параметров, связанных со свойствами биodeградации и биосовместимости, низкой остеоиндукцией и остеокондукцией, отсутствием стабильно прогнозируемой эффективности. Как следствие не ослабевает интерес исследователей к поиску новых и совершенствованию известных материалов для замещения дефектов костной ткани. Наибольшую эффективность в данном направлении показывают методики, основывающиеся на достижениях тканевой инженерии [7, 11, 13, 14, 15].

Для повышения эффективности СОПМ ведется разработка методов обогащения их различными стимуляторами регенерации: факторами роста, плазмой, обогащенной тромбоцитами, костными морфогенетическими белками, мультипотентными мезенхимальными стромальными клетками (ММСК) [13, 14, 15, 16]. Методики с использованием ММСК костного мозга в комбинации с ИОПМ показывают свою эффективность, но имеют высокую стоимость клеточного продукта и необходимость длительного (2–4 недели) культивирования для получения терапевтического количества ММСК. В связи с этим изучается возможность применения клеточного материала, выделенного из жировой ткани.

Интересным представляется использование не ММСК в чистом виде (полученных *in vitro*), а гетерогенной суспензии клеток жировой ткани – СВФЖТ, которая, помимо ММСК, содержит ряд клеточных типов, стимулирующих процессы регенерации и реваккуляризации, а также клеток, обладающих противовоспалительными и иммуномодулирующими свойствами [17, 18]. СВФЖТ дает возможность применять клеточный продукт без предварительного культивирования клеток и выполнять терапию в течение нескольких часов.

Цель данной работы – изучить в эксперименте влияние стромально-васкулярной фракции жировой ткани на репаративный остеогенез у собак, основываясь на результатах рентгенологических исследований.

Материалы и методы

Исследование проводилось в «Ветеринарном госпитале «Панацея» г. Копейск Челябинской области.

Для исследования были отобраны 10 беспородных собак в возрасте 12–16 месяцев. Животные были разделены по принципу аналогов на 2 группы по 5 собак в каждой: 1 группа – контрольная, 2 группа – опытная.

На первом этапе получение жирового материала и выделение СВФЖТ производили в условиях стерильной операционной. Через лапаротомный разрез производили забор висцерального жира. Жировую ткань тщательно измельчали, ферментировали 0,075%-й коллагеназой 1 типа в термостате в течение 30 минут при 37 °С, после чего проводили центрифугирование при скорости 1000 об/мин в течение 15 мин. Клеточный осадок ресуспендировали в 0,9%-м растворе натрия хлорида и повторно центрифугировали, удаляли надосадочную жидкость и получали на дне пробирки концентрированную СВФЖТ [18].

На втором этапе животным под общим наркозом формировали дефект локтевой кости на границе дистальной и средней трети диафиза по методике, предложенной И. А. Калашник, Б. Я. Передера, А. Ф. Русинов и др. [19]. Циркулярный дефект кости формировали хирургической маятниковой пилой, путем двух распилов на расстоянии, равном поперечной ширине кости с извлечением сегмента лучевой кости. В контрольной группе собак дефект заполняли коллапаном-О гранулами № 1, в опытной группе – гранулами № 1 коллапана-О, смешанными с СВФЖТ.

Оценку течения регенеративного процесса в зоне экспериментального дефекта проводили по рентгенологическим показателям на 15, 30, 45, 60, 90-е сутки. Животных выводили из эксперимента на 90-е сутки.

Результаты исследований

При анализе рентгенограмм собак контрольной и опытной групп были выявлены некоторые особенности течения репаративного остеогенеза в группах.

Рентгенологическое описание результатов эксперимента у собак контрольной и опытной

групп в боковой проекции на 15-е сутки эксперимента представлено на рисунке 1.

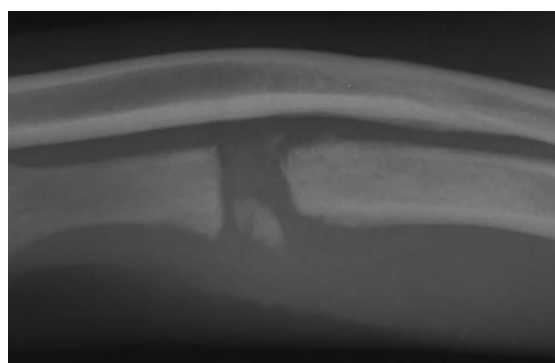
На 15-е сутки эксперимента в контрольной группе животных в области диастаза определяются неоднородные тени биодеградируемого материала с единичным участком регенерата размером 5×10 мм и несколькими точечными тенями. Periостальная реакция слабовыражена (рис. 1 а). В опытной группе собак на этих сроках определяются два крупных участка регенерата размерами $4,13 \times 6,17$ мм и $6,26 \times 7,71$ мм, имеющих высокую рентгеноконтрастность и несколько точечных теней. Визуализируются периостальные тени на каудальной поверхности локтевой кости: на проксимальном фрагменте – $5,04 \times 31,7$ мм и дистальном – $2,86 \times 10,2$ мм (рис. 1 б).

На 30-е сутки эксперимента в контрольной группе собак в области диастаза определяются единичный крупный участок регенерата размером до $7,49 \times 10,30$ мм более высокой рентгеноконтрастностью и слабовыраженный участок

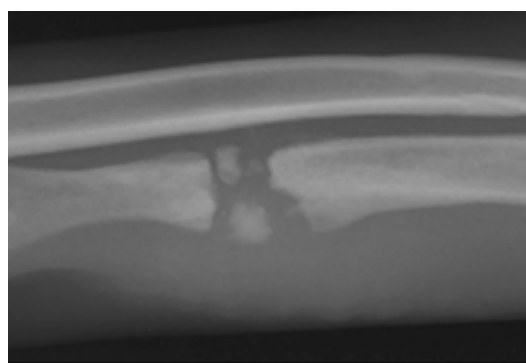
$3,60 \times 5,12$ мм. Незначительная периостальная реакция выражена лишь на дистальном отломке (рис. 2 а).

Во опытной группе животных в области диастаза определяются два участка регенерата размером до $4,65 \times 6,42$ мм и $8,27 \times 10,06$ мм с высокой рентгеноконтрастностью, а также множество мелких теней. Periостальные тени на дистальном фрагменте плотные гомогенные $30,36 \times 70,75$ мм, на проксимальном фрагменте периостальные напластования менее выражены – $10,07 \times 40,52$ мм (рис. 2 б).

На 45-е сутки эксперимента в контрольной группе собак определяется замещение центральной и каудальной областей диастаза крупным гомогенным участком регенерата $10,33 \times 20,10$ мм с зоной просветления по периметру шириной от 2 до 3 мм. В краниальной части диастаза определяется плотная, сплошная тень регенерата $3,72 \times 10,23$ мм, заполняющая большую часть оставшегося дефекта. Periостальные



а



б

Рис. 1. Контрольные рентгенограммы в боковой проекции на 15-е сутки: а – дефект локтевой кости с имплантацией коллапана-О; б – дефект с имплантацией коллапана-О, обогащенного СВФЖТ



а



б

Рис. 2. Контрольные рентгенограммы в боковой проекции на 30-е сутки: а – дефект с имплантацией коллапана-О; б – дефект с имплантацией коллапана-О, обогащенного СВФЖТ

напластования располагаются на каудальной поверхности: на проксимальном фрагменте $5,86 \times 20,92$ мм и на дистальном – $7,93 \times 20,37$ мм (рис. 3 а). В опытной группе собак большая часть дефекта замещена плотными, гомогенными тенями преимущественно в дистальном отделе диастаза, с зонами просветления в виде неоднородной щели вдоль проксимального фрагмента локтевой кости шириной от 1 до 3 мм (рис. 3 б).

Через 60 дней в контрольной группе собак рентгенологически выявляется плотная масса регенерата, заполняющая дефект, имеющая участки просветления различной интенсивности вдоль проксимального и дистального фрагментов кости (рис. 4 а).

В опытной группе животных дефект заполнен гомогенными массами регенерата высокой рентгеноконтрастности с зоной просветления в виде неоднородной щели вдоль проксимального края (рис. 4 б).

На 90-е сутки эксперимента в контрольной группе собак рентгенологически выявляется неоднородная масса регенерата, заполняющая весь дефект, имеющая участки просветления различной интенсивности. В центральной и краниальной частях регенерата зоны просветления визуализируются контуры формирующегося единого костномозгового канала. С краниальной поверхности просматриваются тени контуров формирующегося кортикального слоя. С каудальной поверхности по дистальному краю регенерата просматривается тонкая нитевидная, разветвляющаяся, щелевидная зона просветления поперечно-продольной оси кости на $\frac{1}{2}$ ширины (рис. 5 а).

В опытной группе собак регенерат высокой рентгеноконтрастности полностью заполняет дефект. Имеющиеся зоны просветления различной интенсивности в центральной части регенерата визуализируют контуры формиру-

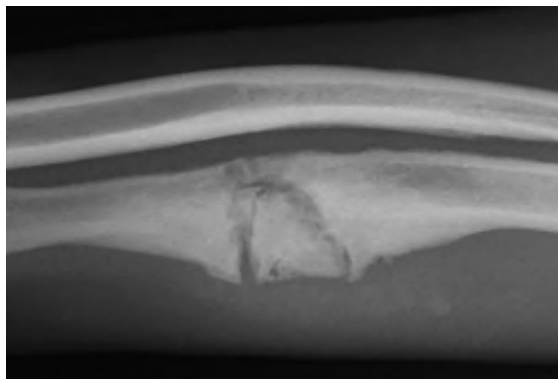


а

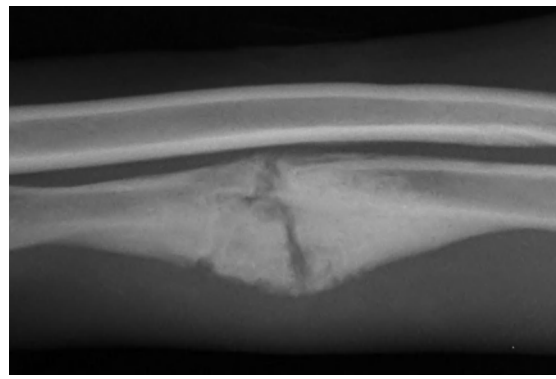


б

Рис. 3. Контрольные рентгенограммы в боковой проекции на 45-е сутки: а – дефект с имплантацией коллапана-О; б – дефект с имплантацией коллапана-О, обогащенного СВФЖТ

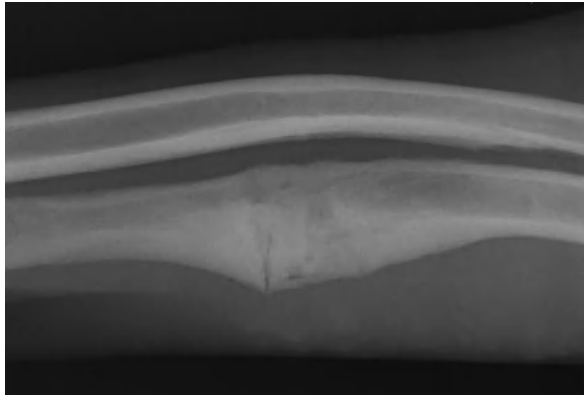


а

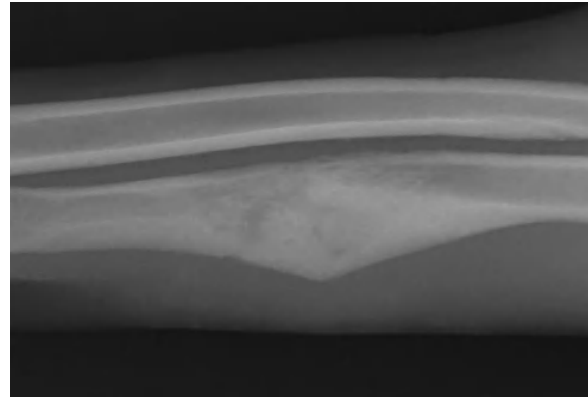


б

Рис. 4. Контрольные рентгенограммы в боковой проекции на 60-е сутки: а – дефект с имплантацией коллапана-О; б – дефект с имплантацией коллапана-О, обогащенного СВФЖТ



а



б

Рис. 5. Контрольные рентгенограммы в боковой проекции на 90-е сутки: а – дефект с имплантацией коллапана-О; б – дефект с имплантацией коллапана-О, обогащенного СВФЖТ

ющего единого костномозгового канала. По краниальной и каудальной поверхностям регенерата определяются границы формирующегося кортикального слоя (рис. 5б).

Выводы

1. Биоконпозиционный остеопластический препарат «Коллапан» обладает хорошими остеоиндуктивными свойствами, является удобной и эффективной матрицей для обогащения клеточными продуктами, может успешно применяться в ветеринарной ортопедии с целью замещения дефектов костной ткани и стимуляции репаративного остеогенеза.

2. Обогащение остеопластического материала «Коллапан» клеточным материалом СВФЖТ, при замещении дефектов кости, усиливает его остеорепаративные свойства: способствует ускорению образования, созревания и ремоделирования костной ткани.

3. Использование СВФЖТ в качестве клеточного продукта позволяет обойти негативные факторы, затрудняющие практическое применение клеточных технологий в ветеринарной медицине.

Рекомендации

1. Рекомендовать «Коллапан» для применения в ветеринарной ортопедии с целью замещения дефектов костной ткани и стимуляции репаративного остеогенеза, а также как удобный и эффективный матричный материал для совместного применения со СВФЖТ.

2. Рекомендовать применение СВФЖТ для обогащения остеопластических материалов в ортопедической хирургии как эффективного стимулятора репаративного остеогенеза.

Список литературы

1. Самошкин И. Б. Сравнительная оценка интрамедуллярного и накостного остеосинтеза // Ветеринария. 1987. № 2. С. 57–59.
2. Самошкин И. Б. Экстремедуллярный остеосинтез как метод хирургической коррекции псевдоартрозов длинных трубчатых костей у собак // Матер. XIII Междунар. Моск. ветеринар. конгресса по болезням мелких домашних животных. М., 2005. С. 102–103.
3. Применение накостного остеосинтеза у собак карликовых пород при переломах предплечья / А. В. Шугаев [и др.] // РВЖ. МДЖ. 2011. № 1. С. 16–20.
4. Ягников С. А. Стабильно-функциональный остеосинтез в травматологии, ортопедии и онкоортопедии собак. М. : КолосС ; Зоомедлит, 2010. С. 118.
5. Waters D. J., Breur D. J., Toombs J. P. Treatment of common forelimb fractures in miniature- and toy-breed dogs // J Am Anim Hosp Assoc. 1983. № 19. P. 643–650.
6. The Intraosseous Blood Supply of the Canine Radius: Implications for Healing of Distal Fractures in Small Dogs / J. A. Welch, R. J. Boudrieau, L. M. Dejardin, G. J. Spodnick // Veterinary Surgery. 1997. № 26. P. 57–61.
7. Берченко Г. Н., Кесян Г. А. Активизация репаративного остеогенеза при заполнении сегментарного дефекта длинной трубчатой кости композиционным препаратом «Коллапан» // Травматология и ортопедия. 2008. Т. 9. № 3. С. 282–286.
8. Брус И. Г. Костная пластика формализованными трансплантатами. Кишинев : Штиинца, 1989. 116 с.

9. Волков А. В. Синтетические биоматериалы на основе полимеров органических кислот в тканевой инженерии // Клеточная трансплантология и тканевая инженерия. 2005. № 2. С.43–45.
10. Остеопластическая эффективность различных форм гидроксиапатита по данным экспериментально-морфологического исследования / А. С. Григорьян [и др.] // Стоматология. 2000. № 3. С. 4–8.
11. Дедух Н. В., Хмызов С. А., Тихоненко А. А. Новые технологии в регенерации кости: использование факторов роста // Ортопедия, травматология и протезирование. 2008. № 4. С. 129–133.
12. Десятниченко К. С., Ковинька М. А., Талашова И. А. О перспективах применения остеоиндуцирующих материалов для возмещения дефектов костей // Новые технологии в медицине. 2000. С. 75–76.
13. Десятниченко К. С., Курдюмов С. Г., Леонтьев В. К. Пути повышения активности, стимулирующей репаративный остеогенез, у материалов, имплантируемых в костный дефект // Мед. бизнес. 2006. № 5. С. 143–145.
14. Булатов А. А., Савельев В. И., Калинин А. В. Применение костных морфогенетических белков в эксперименте и клинике // Травматология и ортопедия России. 2005. № 1 (34). С. 46–54.
15. Клеточные технологии в травматологии и ортопедии: пути развития / Р. В. Деев [и др.] // Клеточная трансплантология и тканевая инженерия. 2007. Т. 2. № 4. С. 18–30.
16. Orthopaedic tissue engineering and bone regeneration / G. Dickson [et al.] // Technology Health Care. 2007. V. 15. P. 57–67.
17. Varma M. J., Breuls R. G., Schouten T. E. Phenotypical and functional characterization of freshly isolated adipose tissue-derived stem cells // Stem Cells Dev. 2007. № 16. P. 91–104.
18. Zuk P. A., Zhu M., Mizuno H. Multilineage cells from human adipose tissue: implications for cell-based therapies // Tissue Eng. 2001. № 7 (2). P. 211.
19. Практикум по общей и частной ветеринарной хирургии / И. А. Калашник [и др.]. М. : Агропромиздат, 1988. 303 с.
-

Шудрик Александр Владимирович, аспирант, кафедра незаразных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: shudrikav@mail.ru.

Киселев Игорь Георгиевич, соискатель, кафедра незаразных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: vet.ortoped.system@mail.ru.

Безин Александр Николаевич, д-р ветеринар. наук, профессор кафедры незаразных болезней, ФГБОУ ВО Южно-Уральский ГАУ.

E-mail: bezin74@mail.ru.

* * *



Dependence of yield and quality of potato tubers on the time and the depth of seed material planting

A. A. Vasiliev, A. K. Gorbunov

In the forest steppes of Chelyabinsk region potato yield in 2014-2017 varied depending on the level of mineral nutrition (the factor contribution is 59%), variety (10.5%), density (20%) and planting time (7.5%); the depth of the seed material planting had a significant, but extremely less impact (0.5%). The optimal time for planting potatoes to provide the greatest yield and product quality is the 12-15 of May. The planting potatoes in the third decade of May causes a decrease in the content of dry matter in tubers (Rosara by 1.8%, Kuzovok by 1.3%) and starch (by 1.6 and 1.3%, respectively), increases the accumulation of nitrates by 1, 26-1.52 times higher as compared with planting in the second decade of May. The late planting reduced the yield of Rosara and Kuzovok varieties by an average of 3.5 and 5.2 t/ha, the dry matter content in tubers by 2.7 and 2.9%, starchiness by 1.9 and 2.1%, respectively, while the accumulation of nitrates increased 2.05 and 2.19 times as compared with the optimal planting time. When potatoes are planted early, a significant increase in yield is ensured by the fine planting of seed tubers (Rosara 1.3 t/ha, Kuzovok 1.4 t/ha), and when potatoes are planted late, it is necessary to plant potatoes to the depth of 10-12 cm (Rosara 1.4 t/ha, Kuzovok 1.9 t/ha).

Keywords: potatoes, planting time, planting depth, level of nutrition, planting density, yield, starch, nitrates.

References

1. Vasil'ev A. A. Prognozirovaniye i programmirovaniye urozhaya kartofelya v lesostepi Yuzhnogo Urala // Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy agroinzhenernoy akademii. 2014. T. 69. S. 107–111.
2. Loginov Yu. P., Kazak A. A. Ekologicheskaya plastichnost' sortov kartofelya v usloviyakh Tyumenskoy oblasti // Vestnik Kemerovskogo gosudarstvennogo universiteta. 2015. № 1–4 (61). S. 24–28.
3. Samarkin A. A., Samarkina M. A., Shashkarov L. G. Razvitie rasteniy, dinamika listovoy poverkhnosti, sodержanie khlorofilla, CHPF, koehffitsient ispol'zovaniya FAR v zavisimosti ot glubiny posadki klubney // Vestnik Kazanskogo GAU. 2013. № 3. S. 131–134.
4. Dmitrieva Z. A. Optimal'nye sroki i gustota posadki // Kartofel' i ovoshchi. 1985. № 2. S. 15–17.
5. Burlaka V. V. Kartofelevodstvo Sibiri i Dal'nego Vostoka. M. : Kolos, 1978. 208 s.
6. Zhukova G. S., Pisarev B. A. Luchshie sroki i sposoby posadki kartofelya // Kartofel' i ovoshchi. 1964. № 4. S. 2–5.
7. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta. M. : Agropromizdat, 1985. 351 s.
8. Tsuberbiller E. A. Puti povysheniya urozhaynosti kartofelya / pod red. A. G. Lorkha i M. A. Petrosyantsa. L. : Gidrometeorologicheskoe izd-vo, 1969. 46 s.
9. Intensivnaya tekhnologiya vzdelyvaniya kartofelya v lesostepnoy zone Chelyabinskoy oblasti na urozhaynost' 250 ts/ga / V. S. Kozhemyakin [i dr.]. Chelyabinsk : Chelyabinskiy rabochiy, 1987. 41 s.
10. Ivanyuk V. G., Banadysev S. A., Zhuromskiy G. K. Zashita kartofelya ot bolezney, vrediteley i sornyakov. Minsk, 2003. 550 s.
11. Chulkina V. A., Toropova E. Yu., Stetsov G. Ya. Integrirovannaya zashchita rasteniy: fitosani-tarnye sistemy i tekhnologii. M. : Kolos, 2009. 670 s.
12. Loginov Yu. P., Palamarchuk M. V. Urozhaynost' i kachestvo klubney kartofelya v zavisimosti ot srokov posadki kartofelya v lesostepnoy zone Tyumenskoy oblasti // Agrarnyy vestnik Urala. 2007. № 3. S. 45–48.
13. Formirovaniye urozhaynosti sortov kartofelya v zavisimosti ot ehlementov tekhnologii vzdelyvaniya v lesostepi Novosibirskogo Priob'ya / R. R. Galeev, Yu. G. Sapozhnikova, M. S. Shul'ga, V. V. Shekera // Vestnik Novosibirskogo GAU. 2013. № 2. S. 7–11.
14. Urozhaynost' i kachestvo klubney sortov kartofelya v zavisimosti ot srokov posadki v lesostepnoy zone Tyumenskoy oblasti / A. A. Kazak [i dr.] // Perspektivy razvitiya APK v rabotakh molodykh uchenykh : sb. mater. konferentsii. Tyumen', 2014. S. 84–89.

Vasilyev Alexander Anatolyevich, Doctor of Sciences (Agriculture), Ural Federal Agraricultural Research Centre, UB RAS.

E-mail: kartofel_chel@mail.ru.

Gorbunov Anatoly Konstantinovich, researcher, Ural Federal Agraricultural Research Centre, UB RAS.

E-mail: kartofel_chel@mail.ru.

Ampelographic and phenotypic ways for improving some seedless grape varieties

A. S. Guseinova

During research, a number of local and introduced seedless grape varieties were examined as promising according to a “new model”, including 25 OIV ampelographic indicators, with the morphometric sizes of berries and bunches along with yield indicators being studied. Grape varieties were revealed to differ significantly in their ampelodecript indicators. The overall prospective assessment found according to the obtained score for each descriptor indicator, differed significantly in varieties being within a wide range from 101.8 (Khyrcha Kishmish) to 162.5 (Sultani Kishmish). One variety was determined to be unpromising as compared to the control one, three varieties being quite promising and fourteen varieties being extremely promising. The studies have shown the grape varieties to differ significantly also in their yields, this figure ranging from 5.3 (Khyrcha Kishmish) to 12.8 kg (Attica). Mathematical-statistical analysis of the significance level of the average yield of the varieties under study compared with the control (U-factor) and the average growth compared with the control (Δ ,%) showed only three local varieties (Ag Oval Kishmish, Ag Kishmish, Gara Kishmish), and six of the introduced ones (Attica, Superior, Autumn Royal, Danuta, Centenial Sidlis, Sultanina) to have significant confidence as compared to the control variety Askeri. When compared to the control, the average growth of Kishmish Sogdiana, Kishmish Zarafshan, Sary Kishmish, Khyrcha Kishmish, and Gyrmzy Kishmish varieties was zero or negative (0 and -29.4%), while other varieties (Ag Oval Kishmish, Gara Kishmish, Chahrayi Kishmish, Attica, Superior, Danuta, etc.) had a significant positive increase (5.6-88.2%).

Keywords: ampelographic descriptors, grape variety, local variety, bunch, berry, ampelographic collection.

References

1. Kurbanov M. R., Salimov V. S. Otbor tsennykh genotipov iz populyatsiy sortov vinograda Chakhrayi kishmish i Ag kishmish metodom klonovoy selektsii // Doklady (NANA). 2010. № 5. S. 86–94.
2. Panakhov T. M., Salimov V. S., Zari A. M. Vinogradarstvo v Azerbaydzhanе. Baku : Muallim, 2010, 224 s.
3. Salimov V. S. Metody ampelograficheskogo issledovaniya genotipov vinograda. Baku : Muallim, 2014, 184 s.
4. Salimov V. S. Izuchenie i opisanie priznakov i osobennostey genotipov vinograda na osnove ampelodeskriptorov // Sbornik nauchnykh trudov AzNII Zemledeliya. 2014. T. XXV. S. 106–116.
5. Salimov V. S. Ampelodeskriptornye osobennosti «ideal'nogo sorta» v vinogradarstve i novaya model' otsenki perspektivnosti sortov // Nauchnye trudy Tsentral'nogo Botanicheskogo Sada. 2016. T. XIV. S. 10–23.
6. Razrabotka i realizatsiya natsional'noy programmy sovershenstvovaniya sortimenta vinograda v Ukraine / A. M. Avidzba [i dr.]. Yalta : NIViV “Magarach”, 2009. 15 s.
7. Gubler E. V., Genkin A. A. Primenenie neparametricheskikh kriteriev statistiki v mediko-biologicheskikh issledovaniyakh. L. : Meditsina, 1973. 141 s.
8. Krasokhina S. I., Ganich V. A. Novye introdutsirovannye bessemyannye sorta selektsii SSHA dlya potrebleniya v svezhem vide // Vinodelie i vinogradarstvo. 2006. № 5. S. 38–39.
9. Radchevskiy P. P., Troshin L. P. Bessemyannye sorta vinograda. Krasnodar : Kub AGU, 2008. 160 s.
10. Salimov V. S., Shukyurov A. S., Asadullaev R. A. Izuchenie biotipov i klonov nekotorykh kishmishnykh sortov vinograda Azerbaydzhanа // Vinodelie i vinogradarstvo. 2016. № 1. S. 37–43.



11. Salimov V. S. Ampelo-deskriptornoe pokazateli nekotorykh mestnykh sortov vinograda Azerbaydzhana // Vinodelie i vinogradarstvo. 2016. № 6. S. 30–34.
12. Bessemyannye sorta i gibridnye formy vinograda / K. V. Smirnov [i dr.]. Novocherkassk ; Zaporozh'e, 2002. 54 s.
13. Smirnov K. V., Kostrikin I. A., Maystrenko L. A. Seleksiya vinograda na bessemyannost' // Doklady TSKHA. 1996. T. 267. S. 161–168.
14. Troshin L. P., Magradze D. N. Ampelograficheskiy skrining genofonda vinograda. Krasnodar : KGAU, 2013. 120 s.
15. Shukyurov A. S., Salimov V. S., Asadullaev R. A. Ampelodeskriptornye pokazateli i otsenka perspektivnosti nekotorykh mestnykh i introdutsirovannykh sortov vinograda Azerbaydzhana // Problemy Razvitiya APK Regiona. 2016. № 4(28). Ch. 2. S. 66–72.
16. Codes des caracteres descriptifs des varietes et especes de Vitis. – OIV. 2009. Website : <http://www.oiv.int/fr/> i <http://www.oiv.int/oiv/info/fr/publicationoiv#listdesc>.
17. Salimov V., Shukurov A., Asadullayev R. Study of diversity of Azerbaijan local grape varieties basing on OIV ampelographic descriptors // Annals of Agrarian Science. 15 (2017). 386–395.

Guseinova Afet Sabir, leading researcher, Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking, Azerbaijan Republic, Baku.

E-mail: a_huseynova73@mail.ru.

Sunflower protection system in the forest-steppe zone of Chelyabinsk region

O. M. Doronina

The effect of herbicides for sunflower on the quality and quantity of weeds is proved. The research data show yields to be decreasing due to increasing content of impurities. Over the years of researching the control without introducing herbicides, the yield of Sharks and Durban hybrids was lower as compared to the variants based on using herbicides at 0.89-1.03 t/ha. The highest yield was obtained for the variants based on using the herbicides Shansgard + Kletoshans, which was higher than the control by 1.57 t/ha.

Keywords: sunflower, seeds, green mass, dry weight, impurities, herbicides, yield.

References

1. Gavrilova V. A., Anisimova I. N. Podsolnechnik. SPb., 2003.
2. Bor'ba s sornyakami v posevakh podsolnechnika // Yarovye maslichnye kul'tury / pod obshch. red. V. A. Shcherbakova. Rezhim dostupa : http://agroden.ru/publ/rastenievodstvo/borba_s_sornjakami_v_posevakh_podsolnechnika/7-1-0-28.
4. Doronina O. M. Primenenie gerbitsidov na posevakh podsolnechnika // Integratsiya nauki i sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva : mater. Mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii. 2017. S. 147–151.
5. Krasnozhon S. M. Vliyanie elementov tekhnologii vzdelyvaniya na sornyy komponent agrotse-noza yarovoy pshenitsy // APK Rossii. 2015. T. 74. S. 134–140.

Doronina Olga Mikhailovna, Candidate of Sciences (Agriculture), Associate Professor of the Department of Agrotechnology, Selection and Seed Production, South Ural State Agrarian University.

E-mail: olga.doronina.1956@mail.ru.

The structure of hybrid populations and ampelodescriptor signs of valuable hybrid varieties

V. S. Salimov, M. A. Guseinov, H. N. Nasibov, R. A. Asadullaev

The research carried out at AzNIIViV to create new grape varieties are of great importance as they meet the requirements of crop production and are distinguished by high yield and quality, resistance to biotic and abiotic factors. The article describes the ampelographic features of the new hybrid varieties,

as well as the patterns of inheritance of properties, characteristics and manifestations of dominance and heterosis in hybrid generation seedlings selected in AzNIIViV and its experimental farms. The article presents the results of the study and comparative analysis of the morphological, biological and economic-technological features of several hybrid varieties, as well as the numerical description of the traits and properties of genotypes made on the basis of used ampelodescriptors of the International Organization of Grape and Wine (OIV).

Keywords: hybridization, ampelographic feature, new hybrid form, ampelographic descriptors.

References

1. Banova I. V., Volynkin V. A. *Izmenchivost' produktivnosti v gibridnykh populyatsiyakh vinograda // Vinogradarstvo i vinodelie. 2012. № 1. S. 5–6.*
2. Volynkin V. A., Klimenko V. P., Oleynikov N. P. *Kodirovanie selektiruemykh priznakov pri vyvedenii sortov vinograda // Vinogradarstvo i vinodelie. 1994. № 2. S. 35–40.*
3. *Geterozis i korrelyatsiya zavisimosti pri selektsii vinograda / P. Ya. Golodriga [i dr.] // Seleksiya vinograda. 1974. S. 225–235.*
4. *Geterozis u vinograda / P. Ya. Golodriga, V. A. Dranovskiy, Yu. A. Mal'chikov, I. A. Suyatinov // Voprosy vinogradarstva i vinodeliya. Simferopol', 1971. S. 21–22.*
5. *Ampelografiya Azerbaydzhana / V. M. Kuliev [i dr.]. Baku : Muallim, 2017. 740 s.*
6. *Masyukova O. V. Metody selektsionno-geneticheskikh issledovaniy plodovykh porod. Kishinev : Shtiintsa, 1973. 48 s.*
7. *Panakhov T. M., Salimov V. S. Sorta vinograda Azerbaydzhna. Baku : Muallim, 2012. 288 s.*
8. *Geterozis i nasledovanie khozyaystvenno-tsennykh biologicheskikh i tekhnologicheskikh priznakov seyantsami vinograda v gibridnykh populyatsiyakh / T. M. Panakhov, V. S. Salimov, A. M. Alieva, Kh. T. Abasova // Vinodelie i vinogradarstvo. 2010. № 2. S. 39–41.*
9. *Panakhov T. M., Salimov V. S., Zari A. M. Vinogradarstvo v Azerbaydzhane. Baku : Muallim, 2010. 224 s.*
10. *Salimov V. S. Ampelo-deskriptornoe pokazateli nekotorykh mestnykh sortov vinograda Azerbaydzhana // Vinodelie i vinogradarstvo. 2016. № 6. S. 30–34.*
11. *Salimov V. S. Metody ampelograficheskogo issledovaniya genotipov vinograda. Baku : Muallim, 2014. 184 s.*
12. *Salimov V. S., Shukyurov A. S., Asadullaev R. A. Izuchenie biotipov i klonov nekotorykh kishmishnykh sortov vinograda Azerbaydzhana // Vinodelie i vinogradarstvo. 2016. № 1. S. 37–43.*
13. *Studennikov N. L. Proyavlenie geterozisa po khozyaystvenno-biologicheskim priznakam u seyantsev vinograda v populyatsii Magarach № 31-77-10 kh Adisi // Vinogradarstvo i vinodelie. 2009. № 1. S. 7–9.*
14. *Troshin L. P., Magradze D. N. Ampelograficheskiy skringing genofonda vinograda. Krasnodar : KGAU, 2013. 120 s.*
15. *Multi-Crop Passport Descriptor (MCPD). – FAO/Bioversity: Rome, 2012. V. 2. 11 p. Available at : <http://www.bioversityinternational.org>.*
16. *Salimov V., Musayev M., Asadullayev R. Ampelographic characteristics of Azerbaijani local grape varieties // VITIS. 2015. 54. p. 121–123.*

Salimov Vugar Suleiman, Doctor of Science (Agriculture), Head of Department, Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking, Azerbaijan Republic, Baku.

E-mail: vugar_salimov@yahoo.com.

Huseynov Movlud Arastun, Candidate of Science (Engineering), leading researcher, Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking, Azerbaijan Republic, Baku.

E-mail: movludh@mail.ru.

Nasibov Hikmet Nasir, Candidate of Science (Agriculture), Head of Department, Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking, Azerbaijan Republic, Baku.

E-mail: khikmet@mail.ru.



Asadullayev Rauf Aydin, Candidate of Science (Agriculture), Deputy Director, Scientific Research Institute of Viticulture and Winemaking, Azerbaijan Republic, Baku.
E-mail: raufasad@mail.ru.

Laser radiation effect on sowing qualities and yield of triticale (*Triticosecale Wittmack*)

Yu. V. Tertyshnaya, N. S. Levina, A. Yu. Izmailov

The paper presents the results of laser radiation influence on the sowing properties of seeds and the yield of spring triticale (*Triticosecale Wittmack*) of the varieties "Carmen". The experiment was carried out at the wavelengths $\lambda = 890$ and 670 nm, frequencies of 280, 2000 and 3000 Hz and continuous exposure. The exposure time was 10, 30 and 120 s. The experiments being 8, the results were compared with the control unirradiated samples. The laboratory experiment to determine the germination and triticale germination energy was carried out in 4 replications. The highest indicators of germination and germination energy being established as 86.5 and 92%, respectively, were obtained at the 890 nm wavelength, the 3000 Hz frequency and the laser irradiation time of 120 s. The field experiment to determine the effect of laser radiation on crop yields and its structural elements was carried out on the fields of the Vladimir Agricultural Research Institute (Russia). The harvest from the experimental plots was manually harvested during one day. Here, as in the laboratory experiment, higher rates were observed at the 890 nm wavelength. With the frequency of 2000 and 3000 Hz and the time of 120 s, the maximum spike weights were obtained: 1.68 and 1.70 g, as well as the number of grains per spike, 40 and 39 pieces, respectively. The highest stem productivity is shown as compared to the control sample when exposed to the 890 nm wavelength and the frequencies of 2000 and 3000 Hz (1.71 and 1.78, respectively). The main indicator (the yield) was the highest at the 890 nm wavelength, the 2000 Hz frequency and 120 s, and amounted to 63.8 centners per hectare, which is 26% higher as compared to the control.

Keywords: triticale seeds, *Triticosecale Wittmack*, laser radiation, germination, germination energy, yield.

References

1. Effect of aluminum on cell wall, plasma membrane, antioxidants and root elongation in triticale / Q. Liu [et al.] // *Biol. Plant.* 2008. V. 52. P. 87–92.
2. Kataria S., Baghel L., Guruprasad K. N. J. Alleviation of Adverse Effects of Ambient UV Stress on Growth and Some Potential Physiological Attributes in Soybean (*Glycine max*) by Seed Pre-treatment with Static Magnetic Field // *Plant Growth Regul.* 2017. V. 36. P. 550–565.
3. Ustoychivost' tritikale k osnovnym vzbuditelyam bolezney, rasprostranennym v severo-zapadnom regione rossiyskoy federatsii / L. E. Kolesnikov, E. A. Vlasova, E. Yu. Funtikova, Yu. R. Kolesnikova // *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya.* 2013. № 3. S. 110–116.
4. Vliyanie lazernogo izlucheniya na semena gorokha / B. V. Ivanov [i dr.] // *Agrarnaya nauka.* 2001. № 5. S. 28–29.5. Yakushev V. P., Mikhailenko I. M., Dragavtsev V. A. Reserves of agrotechnologies and breeding for cereal yield increasing in Russian Federation // *Agricultural biology.* 2015. T. 50. № 5. P. 550–560.
6. Suchorska K. Laser radiation as a factor stimulating *Datura innoxia* Mill, and *Atropa belladonna* L. seed germination // *Annal of Warsaw agricultural university.* 1989. № 15. P. 9–12.
7. Robb F. T., Hauman J. H., Peak M. J. Similar spectra for the inactivation by monochromatic light of two distinct leucine transport systems in *Escherichia coli* // *Photochem. Photobiol.* 1978. Vol. 27. P. 456–469.
8. Hirota N., Nakagawa J., Koichi K. Effects of a magnetic field on the germination of Plants. *J. Appl. Phys.* 1999. 85: 5717-5719.
9. Effects of light emitting diode high intensity on growth of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and broccoli (*Brassica oleracea* L.) seedlings / G. P. Pardo, C. H. Aguilar, F. R. Martínez, M. M. Canseco. *Annu. Res. Rev. Biol.*, 2014, 19: 2983-2994.

10. Rakosy-Tican L., Aurori C. M., Morariu V. V. Influence of near null magnetic field on in vitro growth of potato and wild Solanum species // *Bioelectromagnetics*. 2005. V. 26. P. 548–557.
11. Tertyshnaya YU. V., Levina N. S., Elizarova O. V. Vozdeystvie ul'traioletovogo izlucheniya na vskhozhest' i rostovye protsessy semyan pshenitsy // *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2017. № 2. S. 31–36.
12. Kovács E., Keresztes Á. Effect of gamma and UV-B/C radiation on plant cells. *Micron*. 2002, 33: 199–210.
13. Posevnye kachestva semyan myagkoy yarovoy pshenitsy (*Triticum aestivum* L.) pri raznykh rezhimakh vozdeystviya nizkochastotnym elektromagnitnym polem / N. S. Levina [i dr.] // *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya*. 2017. T. 52. № 3. S. 580–587.
14. Podleśny J. The effect of seed irradiation with laser and plant desiccation on yielding and quality features of white lupine seeds // *Acta Agrophysica*. 2007. V. 9. Is. 3. P. 733–745.
15. Mathur S., Jajoo A. Investigating deleterious effects of ultraviolet (UV) radiations on wheat by a quick method // *Acta Physiol. Plant*. 2015. V. 37. P. 121.
16. A cell-free system for light-dependent nuclear import of phytochrome / A. Pfeiffer [et all.] // *Plant J.*, 2009. V. 57. P. 680–689.
17. Effect of laser light treatment on some biochemical and physiological processes in seeds and seedlings of white lupine and faba bean / J. Podleśny, A. Stochmal, A. Podlesna, L. E. Misiak // *Plant Growth Regul.* 2012. V. 67. P. 227–233.
18. Fluorescence parameters as an early indicator of light stress in barley / M. H. Kalaji, R. Carpentier, S. I. Allakhverdiev, K. Bosa // *J. Photochem. Photobiol. B: Biol.* 2012. V. 112, p. 1–6.
19. Photosynthetic apparatus activity in relation to high and low contents of cell wall-bound phenolics in triticale under drought stress / K. Hura, A. Ostrowska, K. Dziurka, T. Hura // *Photosynthetica*. 2017. V. 55. Is. 4. P. 698–701.
20. Lichtenthaler H. K., Buschmann C., Knapp M. How to correctly determine the different chlorophyll fluorescence parameters and the chlorophyll fluorescence decrease ratio RfD of leaves with the PAM fluorometer // *Photosynthetica*. 2005. V. 43. P. 379–393.
21. Chen Y. P., Jia J. F., Yue M. Effect of CO₂ laser radiation on physiological tolerance of wheat seedlings expose to chilling stress // *Photochem Photobiol.* 2010. V. 86. P. 600–605.
22. Muszyński S., Gładyszewska B. Representation of He–Ne laser irradiation effect on radish seeds with selected germination indices // *Int Agrophys.* 2008. V. 22. P. 151–157.
23. Chen Y. P., Liu Q. Effect of laser irradiation and ethylene on chilling tolerance of wheat seedlings // *Russ J Plant Physiol.* 2015. V. 62. P. 299–306.
24. Panayotov N., Stoeva N. Seed quality and some physiological behaviours in presowing treatment of carrot seeds. *Progress in botanical research: Tsekos I., Moustakas M.*, 1998. P. 345–348.
25. GOST 12038-84. Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti. Vveden 01.07.86. M., 2011.
26. GOST 12041-82. Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metod opredeleniya vlazhnosti. Vveden 01.07.83. M., 2004.
27. GOST 10842-89. Zerno zernovykh i bobovykh kul'tur i semena maslichnykh kul'tur. Metod opredeleniya massy 1000 zeren ili 1000 semyan. Vveden 01.07.91. M., 2001.
28. Dospikhov B. A. Metodika polevogo opyta. Izd. 5-e. M. : Kolos, 1985. S. 351.
29. Effect of laser light treatment on some biochemical and physiological processes in seeds and seedlings of white lupine and faba bean / J. Podleśny [et al.] // *Plant Growth Regul.* 2012. V. 67. P. 227–233.
30. Budagovskiy A. V. Distantcionnoe mezhkletechnoe vzaimodeystvie. M. : NPLTS “Tekhnika”, 2004. 104 s.
31. Budagovskiy A. V., Turovtseva N. M., Budagovskiy I. A. Kogerentnye elektromagnitnye polya v distantcionnom mezhkletechnom vzaimodeystvii // *Biofizika*. 2001. T. 46. № 5. S. 894–900.
32. Davies J. Vacuolar energization: pumps, shunts and stress // *J. Exp. Botany*. 1997. V. 48. № 308. P. 633–641.
33. Kuznetsov V. V., Dmitrieva G. A. Fiziologiya rasteniy. M. : Vyssh. shk., 2005. 736 s.
34. Samuilov F. D., Garifullina R. L. Effect of laser irradiation on microviscosity of aqueous medium in imbibing maize seeds as studied with a spin probe method // *Russian Journal of Plant Physiology*. 2007. T. 54. № 1. P. 128–131.



Tertyshnaya Yulia Victorovna, Candidate of Sciences (Chemistry), senior researcher, the Institute for Biochemical Physics, the Russian Academy of Sciences.

E-mail: moraxella@bk.ru.

Levina Nelli Semenovna, senior specialist, the Federal Scientific Agroengineering Center VIM.

E-mail: Levina_vim@mail.ru.

Izmailov Andrey Yuryevich, Doctor of Science (Engineering), Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the Federal Scientific Agroengineering Center VIM.

E-mail: vim@vim.ru.

TECHNICAL SCIENCE

The effect of potato farming techniques on yield formation and suitability of tubers for processing

A. A. Vasiliev, O. V. Gordeev, R. R. Latypov

The influence of various methods of potato farming on the assimilation surface formation of leaves, the productivity and quality of Tarasov tubers in the forest steppes of Chelyabinsk region is studied. During the research period, the potato yield depended on the level of mineral nutrition (factor contribution was 46.9%), seed dressing (29.5%), planting density (20.3%) and the interaction AB factors (tuber dressing and planting density was 1.6%). The optimal combination of agrotechnical methods was established to provide the greatest suitability of Tarasov variety yield when producing crisp potatoes (chips): the thickened planting scheme (75×19 cm) and TMTD-plus seed treatment (3 l/t). The content of reducing sugars was 0.15-0.17%, with waste during tuber cleaning being 10.1-10.6%, the pulp darkening of raw and boiled tubers being weak (8.3-8.6 and 7.3-7.8 points, respectively), and the yield of potatoes varied from 23.34 to 37.29 t/ha depending on nutrition level. The application of balanced norms of mineral fertilizers for the planned yield of 25 and 40 t/ha along with seed dressing and thickened planting of potatoes did not reduce the suitability of tubers for processing into chips, increasing the yield by 34.3 and 59.5%, respectively, as compared to the control (without fertilizers). Thickened planting from 49 to 70 thousand tubers per 1 ha contributed to increased potato productivity by an average of 4.41 t/ha (19.2%), the content of dry matter and starch in tubers increased by 0.28 and 0.17%, respectively. The treatment of seed tubers during planting had a similar effect: the potato yields increased on average by 5.31 t/ha (or 23.6%), the starch content of tubers by 0.30%, the dry matter content in tubers by 0.35%. As a result, thickened planting combined with seed dressing increased the suitability of Tarasov tubers for producing crisp potatoes.

Keywords: potato, yield, crisp, dry matter, starchiness, suitability for processing.

References

1. Starovoytov V. I., Starovoytova O. A. Pererabotka kartofelya – strategicheskiy resurs razvitiya otrasli // *Kartofel' i ovoshchi*. 2008. № 7. S. 2–3.
2. Fedotova L. S. Kartofel' v menyayushchemsya mire // *Kartofel' i ovoshchi*. 2008. № 8. S. 6–7.
3. Byzov V. A., Semenov A. V. Osobennosti tekhnologii vozdelevaniya kartofelya dlya pererabotki // *Kartofel' i ovoshchi*. 2008. № 7. S. 7–8.
4. Pisarev B. A. Soblyudat' sortovuyu agrotekhniku // *Kartofel' i ovoshchi*. 1988. № 3. S. 14–16.
5. Dergileva T. T. Tarasov // *Pomologiya sortov plodovo-yagodnykh, ovoshchnykh kul'tur i kartofelya selektsii Yuzhno-Ural'skogo NII sadovodstva i kartofelevodstva*. Chelyabinsk : FGBNU YUUNIISK, 2018. S. 470–472.
6. Ivanyuk V. G., Banadysev S. A., Zhuromskiy G. K. Zashita kartofelya ot bolezney, vreditel'ey i sornyakov. Minsk : RUP Belorusskiy NIIK, 2003. 550 s.
7. Koksharov V. P. Nauchnye osnovy kartofelevodstva Srednego Urala. Sverdlovsk, 1989. 219 s.
8. Gorbunov A. K. Vliyanie srokov posadki na assimilyatsionnyu poverkhnost' list'ev i urozhaynost' kartofelya // *Vestnik CHGAA*. 2013. T. 67. № 1. S. 74–79.

9. Spetsializirovannaya otsenka sortov kartofelya / pod red. N. V. Poznyak. Minsk : Merlit, 2002. S. 31–72.

10. Zeyruk V. N., Mikhalev A. E. Na kolichestvo redutsiruyushchikh sakharov v klubnyakh vliyayut mineral'noe pitanie i usloviya vegetatsii // *Kartofel' i ovoshchi*. 2008. № 7. S. 15.

Vasilyev Alexander Anatolyevich, Doctor of Sciences (Agriculture), Ural Federal Agraricultural Research Centre, UB RAS.

E-mail: kartofel_chel@mail.ru.

Gordeev Oleg Vlasovich, Doctor of Sciences (Engineering), Ural Federal Agraricultural Research Centre, UB RAS.

E-mail: kartofel_chel@mail.ru.

Latypov Ranis Rafkatovich, postgraduate degree seeker, South Ural State Agrarian University.

E-mail: ranislatypov@gmail.com.

Diagnostic technologies for electric gasoline pumps

D. B. Vlasov, N. Mashrabov, A. M. Plaksin, D. D. Bakaykin, A. V. Gritsenko

The aim of the study is to improve the efficiency and failure-free performance of EBN (electric petrol pump) internal combustion engines. As a result of the studies, the dependences of hydraulic losses N_{hyd} , W. The EBN on the cross-sectional area of the fuel line S_f , m^2 and the area of the gaps between the case and the rollers of electric petrol pumps, S_g , m^2 were obtained. So, when the cross-sectional area of the fuel line reduced from $0.00003847 m^2$ to $0.00000001539 m^2$, the power spent on hydraulic losses increased 2-2.5 times from 11.3-28.8 W to 28.71-64.96 W. With an increase in the gap area between the case and the rollers in the electric petrol pump from $0.00000001539 m^2$ to $0.00000113 m^2$, the power spent on hydraulic losses decreased 2-4 times from 28.64-36.14 W to 7.07-19.44 W.

Keywords: electric gasoline pump, theoretical research, hydraulic losses, fuel line, cross-sectional area, case, rollers, gap area.

References

1. Zaloznov I.P., Tegzhanov A.S., Tyshtykov ZH.M. Diagnostika elektricheskogo benzinovogo nasa sistema vpryska topliva // *Sbornik nauchnykh trudov SWorld*. 2014. T. 2. № 3. S. 47–51.

2. Grigor'ev M. A. Ochistka masla i topliva v avtotraktornykh dvigatelyakh. M. : Mashinostroenie, 1970. S. 270.

3. Plaksin A., Gritsenko A., Glemba K. Experimental studies of cylinder group state during motoring // *Procedia Engineering* 2. Cep. "2nd International Conference on Industrial Engineering, ICIE 2016". 2016. pp. 1188–1191.

4. Gritsenko A. V., Zadorozhnaya E. A., Shepelev V. D. Diagnostics of friction bearings by oil pressure parameters during cycle-by-cycle loading // *Tribology in Industry*. 2018. T. 40. № 2. pp. 300–310.

5. Gritsenko A. V., Shepelev V. D., Shepeleva E. V. Optimizing Consumption of Gas Fuel Using Static Method of Tuning Automobile Gas-Cylinder Equipment: ICIE 2018. In book: *Proceedings of the 4th International Conference on Industrial Engineering*. Pages 2163-2174. January 2019. DOI: 10.1007/978-3-319-95630-5_233.

6. Gritsenko A. V., Glemba K. V., Vozmilov A. G. Improving the car environmental qualities by studying the engine load characteristics in the modes of injection rate off. *Transportation Research Procedia*. Volume 36, Pages 237–244, January 2018. DOI: 10.1016/j.trpro.2018.12.073. License CC BY-NC-ND 4.0.

7. Diagnostirovanie elektricheskikh nasosov po sile toka pitaniya pri soprotivlenii v toplivosisteme / K. V. Glemba, A. V. Gritsenko, K. A. TSyganov, D. B. Vlasov // *EvrAziyskoe nauchnoe ob'edinenie*. 2015. T. 1. № 11 (11). S. 16–18.



8. Bashta T. M. Raschety i konstruktsii samoletnykh gidravlicheskiykh ustroystv Izd-e 3-e, pererab. i dop. M. : Gos. nauch.-tekhn. izd-vo OBORONGIZ, 1961. 475 s.
9. Erokhov V. I. Sistemy vpryska benzinovykh dvigateley (konstruktsiya, raschet, diagnostika) : uchebnyk dlya vuzov. M. : Goryachaya liniya-Telekom, 2011. 552 s.
10. Gritsenko A. V., Kukov S. S., Bakaykin D. D. Sposob diagnostirovaniya sistemy toplivopodachi dvigateley vnutrennego sgoraniya legkovykh avtomobiley // Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy agroinzhenernoy akademii. 2011. T. 59. S. 30–32.
11. Gritsenko A. V., Plaksin A. M. Diagnostirovanie sistemy pitaniya avtomobiley // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2014. № 1. S. 24–26.
12. Gritsenko A. V., Kukov S. S. Diagnostirovanie sistem DVS na testovykh staticheskikh rezhimakh // Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy agroinzhenernoy akademii. 2012. T. 61. S. 31–38.
13. Plaksin A. M., Gritsenko A. V. Resursy rasteniyevodstva. Energetika mashinno-traktornykh agregatov : monografiya. 2-e izd., pererab. i dop. Chelyabinsk, 2015. 307 s.
14. Razrabotka metoda i sredstva diagnostirovaniya elektrobzonasosov sistemy toplivopodachi DVS / A. V. Gritsenko [i dr.] // Transport: nauka, tekhnika, upravlenie. 2015. № 1. S. 40–44.
15. Kukov S. S., Gritsenko A. V. Diagnostirovanie sistemy smazki dvigatelya vnutrennego sgoraniya // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2009. № 1. S. 33–34.
16. Bakaykin D. D., Kukov S. S., Gritsenko A. V. Tekhnicheskoe obsluzhivanie elementov sistemy toplivopodachi benzinovogo dvigatelya s elektronnoy sistemoy upravleniya // Vestnik Chelyabinskogo agroinzhenernogo universiteta. 2006. T. 47. S. 10–13.
17. Gritsenko A. V., Kukov S. S., Bakaykin D. D. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy propusknoy sposobnosti elektromagnitnykh forsunok benzinovykh dvigateley vnutrennego sgoraniya // Vestnik FGOU VPO MGAU im. V. P. Goryachkina. 2012. № 5 (56). S. 40–42.
18. Razrabotka metodov testovogo diagnostirovaniya rabotosposobnosti sistem toplivopodachi i smazki dvigateley vnutrennego sgoraniya / A. M. Plaksin, A. V. Gritsenko, K. I. Lukomskiy, V. V. Volynkin // Agrarnyy vestnik Urala. 2014. № 7 (125). S. 53–58.
19. Gritsenko A. V., Kukov S. S., Bakaykin D. D. Teoreticheskoe issledovanie raboty elektromagnitnoy forsunki i ee vliyanie na protsess toplivopodachi // Vestnik FGOU VPO MGAU im. V. P. Goryachkina. 2012. № 3 (54). S. 40–41.
20. Issledovanie protsessa vybega DVS legkovykh avtomobiley pri iskusstvennom formirovaniy soprotivleniya / A. V. Gritsenko [i dr.] // Fundamental'nye issledovaniya. 2014. № 11–4. S. 749–753.
21. Gritsenko A. V., Glemba K. V., Kukov S. S. Metodicheskie priemy povysheniya tochnosti diagnostirovaniya podshipnikov kolenchatogo vala // Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy agroinzhenernoy akademii. 2010. T. 57. S. 51–56.
22. Gritsenko A. V., Kukov S. S. Obosnovanie i razrabotka sredstv i metodov diagnostirovaniya dvigateley vnutrennego sgoraniya avtomobiley // Materialy L Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu" / pod red. N. S. Sergeeva. 2011. S. 7–11.
23. Diagnostirovanie elektricheskikh benzinovykh nasosov po kompleksnym vykhodnym parametram / A. P. Plaksin [i dr.] // Fundamental'nye issledovaniya. 2014. № 11–12. S. 2610–2614.
24. Gritsenko A. V. Algoritm, informatsionnye kharakteristiki protsessa tekhnicheskogo diagnostirovaniya, metodiki proektirovaniya i optimizatsii ustroystv diagnostirovaniya // Vestnik Chelyabinskoy gosudarstvennoy agroinzhenernoy akademii. 2013. T. 63. S. 38–41.
25. Pat. na izobr. RUS 2418190. Sposob diagnostirovaniya sistemy toplivopodachi dvigatelya / S. S. Kukov, D. D. Bakaykin, A. V. Gritsenko. 22.06.2009.
26. Gritsenko A. V., Tsyganov K. A. Diagnostirovanie elektricheskikh benzonasosov avtomobiley // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2013. № 4. S. 22–23.
27. Novyy metod, sredstvo i programmaya sreda dlya testirovaniya EMF avtomobilya / A. V. Gritsenko [i dr.] // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta . 2014. № 18 (145). S. 53–56.
28. Rezul'taty issledovaniya vykhodnykh kharakteristik elektricheskikh nasosov avtomobiley pri imitatsii soprotivleniya v nagnetatel'nom toplivoprovode / A. V. Gritsenko [i dr.] // Fundamental'nye issledovaniya. 2014. № 11–5. S. 991–995.
29. Uchebnye stendy-trenazhery po elektrooborudovaniyu avtomobiley / S. S. Kukov // Vestnik Chelyabinskogo agroinzhenernogo universiteta. 2006. T. 47. S. 67–69.

30. Gritsenko A. V., Tsyganov K. A. Diagnostirovanie elektricheskikh benzonasosov sistemy pitaniya avtomobiley s mikroprotssessornoy sistemoy upravleniya dvigatelem // Materialy LII Mezhdunar. nauch.-tekh. konf. "Dostizheniya nauki – agropromyshlennomu proizvodstvu". 2013. S. 49–55.

31. Vlasov D. B., Gritsenko A. V. Diagnostirovanie elektricheskikh nasosov avtomobiley // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2015. T. 3. № 4–1 (15–1). S. 176–180.

32. Gritsenko A. V., Vlasov D. B., Plaksin A. M. Kompleksnoe diagnostirovanie elektricheskogo benzonasosa sistemy toplivopodachi // Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika. 2016. T. 4. № 5–4 (25–4). S. 239–243.

33. Gritsenko A. V., Bakaykin D. D. Rezul'taty eksperimental'nykh issledovaniy propusknoy sposobnosti elektromagnitnykh forsunok // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2012. № 12 (75). S. 120–127.

34. Issledovanie sposoba povysheniya ekologichnosti i ekonomichnosti avtotransporta na testovykh rezhimakh kholostogo khoda raboty dvigatelya vnutrennego sgoraniya / A. V. Gritsenko [i dr.] // Transport Urala. 2016. № 1 (48). S. 97–102.

Vlasov Dmitry Borisovich, teaching skilled worker, the Department "Technology and Organization of Technical Service", South Ural State Agrarian University.

E-mail: dimon.vlasoff2012@yandex.ru.

Mashrabov Nematulla, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department "Technology and Organization of Technical Service", South Ural State Agrarian University.

E-mail: totc245@mail.ru.

Plaksin Alexey Mikhailovich, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department "Machine-Tractor Fleet Operation", South Ural State Agrarian University.

E-mail: plaksin-am@mail.ru.

Bakaykin Dmitry Dmitryevich, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department "Technology and Organization of Technical Service", South Ural State Agrarian University.

E-mail: bakdem@mail.ru.

Gritsenko Alexander Vladimirovich, Doctor of Sciences (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department "Automobile Transport", South Ural State University (NRU); Professor of the Department "Machine-Tractor Fleet Operation", South Ural State Agrarian University.

E-mail: alexgrits13@mail.ru.

Classification of the cereal crop stem as an object of mechanics of a rigid deformable body

M. A. Gutrov

A review of the qualitative information on the physicomechanical properties of the cereal crop stem, as well as the main features of the morphology and anatomy of the plant, affecting its deformation under the influence of some external load is carried out. The quantitative information on the geometrical parameters, structural physicomechanical properties of the plant stem are indicated. A description is given, with the photographs illustrating the behavior of the cereal crop stem under the action of one concentrated force being presented. Generally, as an object of the mechanics of a rigid deformable body, the cereal crop stem is an anisotropic geometrically non-linearly deformable body. It is shown that, due to the smallness of the cross section of the stem in comparison with its length, the anisotropy of the properties of the stem material can be ignored, with later the stem being treated as a constructively isotropic cylindrical object with constant bending rigidity. The mathematical model of the plant is described: the main hypotheses and assumptions are formulated, the equilibrium equations of the small element of the flexible rod being given



for the case of a spatial external load on the stem. Conclusions concerning the possibility of solving the differential equations of the mechanics of a rigid deformable body as applied to the considered problem of mechanics of agricultural machines and technological processes are drawn.

Keywords: stem, stem structure, force, deformed state, nonlinear deformation, equilibrium equations, mechanics of flexible rods.

References

1. Roldugin S. N., Batuev A. N. Sposob opredeleniya ploshchadi ploskikh figur s pomoshch'yu lyuksmetra YU-116 // Vestnik CHGAU. 1994. T. 1.
2. Gutrov M. A. Opredelenie parametrov zernouborochnykh zhatok na osnove matematicheskogo modelirovaniya tekhnologicheskogo protsessa : dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk : FGOU VPO "Chelyabinskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet", 1999. 211 s.
3. Sarkisyan G. M. Issledovanie arkhitektoniki stebley pshenitsy i ikh soprotivlyaemosti razlichnym vidam deformatsiy primenitel'no k voprosam mekhanizatsii uborochnykh rabot : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Erevan, 1970.
4. Fiziologiya sel'skokhozyaystvennykh rasteniy : v 12 tomakh. T. 4 : Fiziologiya pshenitsy. M., MGU, 1969. 554 s.
5. Potemina E. L., Bosoy E. S. Issledovanie spetsial'noy arkhitektoniki stebley nekotorykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur // Konstruirovaniye rabochikh organov sel'skokhozyaystvennykh mashin : sb. statey. Rostov-na-Donu, 1973.
6. Gutrov M. A. Issledovanie fiziko-mekhanicheskikh svoystv steblya zlakovoy kul'tury akusticheskim sposobom // Tezisy dokladov Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. "Problemy sovershenstvovaniya zernouborochnoy tekhniki: konstruirovaniye, organizatsiya proizvodstva, ekspluatatsiya i remont". Rostov-na-Donu, 1999.
7. Aleksandrov V. G. Anatomiya rasteniy. M. : Sovetskaya nauka, 1966.
8. Rabotnov Yu. N. Mekhanika deformiruemogo tverdogo tela : ucheb. posob. dlya vuzov. 2-e izd., ispr. M. : Nauka. gl. red. fiz.-mat. lit., 1988. 712 s.
9. Chislennyye metody resheniya zadach stroitel'noy mekhaniki : sprav. posobie / V. P. Il'in, V. V. Karpov, A. M. Maslennikov ; pod obshch. red. V. P. Il'ina. Mn. : Vysh. shk., 1990. 349 s. : il.
10. Skarboro D. Chislennyye metody matematicheskogo analiza. M. ; L. : Gos. tekhn.-teoretich. izdvo, 1943. 439 s.
11. Timoshenko S. P., Gud'er Dzh. Teoriya uprugosti : per. s ang. / pod. red. G. S. Shapiro. 2e izd. M. : Nauka. Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury, 1979. 560 s.
12. Ivantsov V. I., Soloshenko O. I. Valkovye zhatki. M. : Mashinostroenie, 1984. 200 s., il.
13. Semenov V. F. K obosnovaniyu dopustimogo otgiba stebley v rezhushchikh apparatakh uborochnykh mashin // Dolgovechnost' i nadezhnost' sel'skokhozyaystvennykh mashin : sb dokladov. M. : Mashinostroenie, 1966. № 3. S. 10–14.
14. Dutov V. D. O nekotorykh fiziko-mekhanicheskikh svoystvakh stebley rasteniy // Trudy Novosibirskogo sel'skokhozyaystvennogo instituta. 1964. T. 25. № 5. S. 108–113.
15. Egorova T. I. O kolebaniyakh stebley pod vozdeystviem udarov // Zemledeľ'cheskaya mekhanika. 1968. T. 10. 1968. S. 110–121.
16. Fiziko-mekhanicheskie svoystva sel'skokhozyaystvennykh rasteniy, kak osnovaniye dlya proektirovaniya sel'skokhozyaystvennykh mashin // Trudy laboratorii VISKHOM. M., 1939. S. 214.
17. Fiziko-mekhanicheskie svoystva rasteniy, pochv i udobreniy. M. : Kolos, 1970. 223 s. (Vsesoyuznyy nauchno-issledovatel'skiy institut sel'skokhozyaystvennogo mashinostroeniya im. V. P. Goryachkina VISKHOM).
18. Rustamov S. N. Fiziko-mekhanicheskie svoystva rasteniy i sovershenstvovaniye rezhushchikh apparatov uborochnykh mashin. Kiev-Donetsk, 1981. S. 47–104.
19. Gutrov M. A. Avtomatizirovannaya ustanovka dlya issledovaniya deformirovannogo sostoyaniya modeley gibkikh sterzhney // Tezisy dokladov nauchno-tekhnicheskoy konferentsii, posvyashch. 65-letiyu universiteta "Problemy prochnosti i nerazrushayushchego kontrolya elementov transportnykh konstruktsiy". Novosibirsk, 1997. S. 168.

20. Moiseenko O. V. Issledovanie parametrov i rezhimov raboty prispособleniya dlya obrazovaniya sternevykh kulis : avtoref. dis. ... kand. tekhnicheskikh nauk. Chelyabinsk : FGOU VPO "Chelyabinskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet", 2008. 24 s.
21. Mamaev A. G. Obosnovanie konstruktivnykh i tekhnologicheskikh parametrov aktivnogo vintovogo stebel'pod'emnika dlya uborki poleglykh khlebov : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Novosibirsk, GNU SibIME SO Rossel'khozakademii, 2007. 19 s.
22. Golovko A. N. K voprosam deformatsii stebly pri bezopornom sreze // Konstruirovaniye rabochikh organov sel'skokhozyaystvennykh mashin : sb. statey. Rostov-na-Donu, 1973.
23. Semenov V. F. Uprugost' stebly sel'skokhozyaystvennykh kul'tur // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sotsialisticheskogo sel'skogo khozyaystva. 1966. № 8. S. 8–9.
24. Bosoy E. S., Chekanovkin A. A. Fiziko-mekhanicheskie yavleniya pri rezanii grubostebel'nykh sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Rostov-na-Donu : RISKHM, 1979. 47 s.
25. Luk'yanova I. V. Analiz vidovykh i sortovykh osobennostey ustoychivosti stebly zernovykh kul'tur k poleganiyu s uchedom ikh fiziko-mekhanicheskikh svoystv i arkhitektoniki dlya ispol'zovaniya v selektsii : avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. Krasnodar : FGOU VPO "Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet", 2008. 51 s.
26. Gutrov M. A. Opredelenie geometricheskikh kharakteristik i poperechnykh secheniy stebly s ispol'zovaniem EVM // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta. 1995. T. 12.
27. Bosoy E. S. Rezhushchie apparaty uborochnykh mashin (teoriya i raschet). M. : Mashinostroenie, 1967. S. 19–44.
28. Bosoy E. S. Mekhaniko-tekhnologicheskie osnovy protsessa rezaniya stebly sel'skokhozyaystvennykh rasteniy rezhushchimi apparatami uborochnykh mashin : avtoref. dis. ... d-ra tekhn. nauk. Kiev, 1966. 39 s.
29. Semenov V. F. Issledovanie otgiba stebly v rezhushchikh apparatakh uborochnykh mashin pri rabote na povyshennykh skorostyakh : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Rostov-na-donu, 1966. 21 s.
30. Letoshnev M. N. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny. Teoriya, raschet, proektirovaniye i ispytaniye. M. ; L. : Gosudarstvennoye izdatel'stvo s.-kh. literatury. 1955.
31. Dolgov I. A. Uborochnyye sel'skokhozyaystvennyye mashiny (konstruktsiya, teoriya, raschet) : Uchebnik. Rostov-na-Donu : Izdatel'skiy tsentr DGTU, 2003. 707 s.
32. Teoriya, konstruktsiya i raschet sel'skokhozyaystvennykh mashin / E. S. Bosoy [i dr.]. M. : Mashinostroenie, 1977. 586 s.
33. Gurin B. N. Obosnovaniye ratsional'noy skhemy universal'nogo motovila k shnekovoy zhatke i issledovaniye ego raboty pri pryamom kombaynirovanii nizkoroslykh zernovykh kul'tur : avtoref. dis. ... kand. tekhn. nauk. Tselinograd, 1979. 28 s.
34. Ayturayev A. M., Sosnin V. A. O zakonomernosti progiba sel'skokhozyaystvennykh rasteniy // Trudy Kazakhstanskogo SKHI. 1971. T. XIV. Vyp. 1 : Voprosy mekhanizatsii i elektrifikatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva. S. 56–71.
35. Zhilkin V. A. Gutrov M. A. Opredeleniye usiliy podvoda gruppy stebly k rezhushchemu apparatu zhatok zernouborochnykh mashin // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta. 1998. T. 26.
36. Gutrov M. A. Raschet sily kontaktnogo vzaimodeystviya grabliny motovila s odnim steblyem zlatkovoy kolosovoy kul'tury // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta. 1999. T. 28.
37. Vanshtok A. S. Vliyaniye dlitel'nogo namokaniya stebly pshenitsy i ego prochnost'. Seleksiya i semenovodstvo. 1974. № 6. S. 72.
38. Vanshtok A. S. O vozmozhnosti primeneniya matematicheskikh metodov issledovaniya v selektsii rasteniy // Materialy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii Altayskogo SKHI "Rezervy sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva" : sb. nauch. rabot. Vyp. 11 : Rasteniyevodstvo. Ptitsevodstvo. Barnaul : Altayskoe knizhnoye izdatel'stvo, 1971. S. 143–150.
39. Vanshtok A. S. Predvychnisleniya polegaemosti pshenitsy. Otchet NIO № 5085785. Barnaul : Altayskiy NII sel'skogo khozyaystva, 1968. 46 s.



40. Svetlitskiy V. A. Mekhanika sterzhney : uchebnik dlya vtuzov ; v 2-kh ch. M. : Vyssh. shk., 1987. Ch. 1 : Statika. 320 s. : il.
41. Svetlitskiy V. A. Mekhanika sterzhney : uchebnik dlya vtuzov ; v 2-kh ch. M. : Vyssh. shk., 1987. Ch. 2 : Dinamika. 304 s. : il.
42. Svetlitskiy V. A. Mekhanika truboprovodov i shlangov. M. : Mashinostroenie, 1982. 280 s.
43. Popov E. P. Teoriya i raschet gibkikh uprugikh sterzhney. M. : Nauka. Gl. red. fiz.-mat. lit., 1986. 296 s.
44. Popov E. P. Nelineynye zadachi statiki tonkikh sterzhney. M. ; L. : Gostekhizdat, 1948. 170 s.

Gutrov Mikhail Aleksandrovich, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Head of the Department “Applied Mechanics”, South Ural Steta Agrarian University.

E-mail: gma74@mail.ru.

Calculation of ear accelerations when interacting with a reel

M. A. Gutrov

On the basis of the well-known analytical solution of the mechanics of a solid deformable body, the article deals with the problem of free vibrations of a cereal crop plant arising as a result of a transverse absolutely elastic impact on it with a reel bar. The geometric model of a non-deformed stem of a plant is presented in the form of a straight-line isotropic rod with a constant bending stiffness. The mass-geometric parameters of the spike, as well as the conditions of plant fixation, are taken into account in the form of boundary conditions. The solution of the free stem oscillation problem is performed on the basis of the calculation of the function of the elastic line of the rod, which is a well-known solution of a fourth-order differential equation written in partial derivatives. The analytical form of recording the movement of the elastic line of the stem is performed with the help of Krylov functions and Fourier series under certain conditions at the edge of the rod and the initial conditions of its movement. Solving the problem of free vibrations of the stem after an elastic collision with the reel bar made it possible to compute the speed and acceleration of the plant in the ear zone. In addition, the presented solution allows introducing into agricultural mechanics a new criterion for the stress of interaction between a rod and a plant. The criterion is in the calculation of the period of bending oscillations of the plant at the first frequency and the comparison of this value with the total time of interaction of the rod with the plant.

Keywords: grain, stem, ear, impact, grain loss, motion, equation, natural frequencies, accelerations.

References

1. Gutrov M. A. Haschet perioda pervogo tona svobodnykh kolebaniy rasteniya zlakovoy kul'tury // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk. 2010. T. 12. № 1–2. S. 335–340.
2. Biderman V. L. Teoriya mekhanicheskikh kolebaniy. M. : Vyssh. shk., 1980. 408 s.
3. Kil'chevskiy N. A. Teoriya soudareniya tverdykh tel. K. : Naukova dumka, 1969. 245 s.
4. Gutrov M. A. Opreделение parametrov zernouborochnykh zhatok na osnove matematicheskogo modelirovaniya tekhnologicheskogo protsesssa : dis. ... kand. tekhn. nauk. Chelyabinsk : CHGAU, 1999. 211 s.
5. Luk'yanova I. V. Analiz vidovykh i sortovykh osobennostey ustoychivosti stebley zernovykh kul'tur k poleganiyu s uchetom ikh fiziko-mekhanicheskikh svoystv i arkhitektoniki dlya ispol'zovaniya v seleksii : avtoref. dis. ... d-ra biol. nauk. Krasnodar : FGOU VPO “Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet”, 2008. 51 s.
6. Fiziko-mekhanicheskie svoystva s.-kh. rasteniy kak osnovaniya dlya proektirovaniya s.-kh. mashin // Trudy laboratorii tekhnologicheskikh protsessov VISKHOM. M. : Vsesoyuznyy nauch.-issled. inst. sel'skokhozyaystvennogo mashinostroeniya, 1939.
7. Letoshnev M. N. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny. Teoriya, raschet, proektirovanie i ispytanie. M. ; L. : Gosudarstvennoe izdatel'stvo s.-kh. literatury, 1955.

8. Gutrov M. A. Eksperimental'naya ustanovka i metodika issledovaniya sily razrusheniya svyazi zerna s kolosom // Problemy mekhaniki sovremennykh mashin : mater. IV Mezhdunar. konferentsii. Ulan-Ude : Izd-vo Vostochnosibirskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta, 2009. T. 1. S. 121–124.

Gutrov Mikhail Aleksandrovich, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Head of the Department “Applied Mechanics”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: gma74@mail.ru.

Experimental determination of the crop stem movements due to the action of a single force

M. A. Gutrov, S. N. Roldugin

The article presents the experimental information on the deformation of a rigidly fixed stem due to the action of a statically applied “dead” force, with the objectives of the experiment being: to obtain quantitative and qualitative experimental data on the movements of the cereal crop stem due to the action of the force with some known magnitude and direction; to verify the hypothesis of large geometrically non-linear displacements of the stem and to evaluate the validity of the equations of the mechanics of flexible rods when estimating the deformed state of the cereal crop stem. The optical method was used to measure the stem movements: the optical image of the deformed stem was recorded and processed with the help of analog and digital devices. The article describes in detail the scheme for obtaining experimental data, with the technical characteristics of devices and tools being given. The technique of the experiment is also presented. The errors of the method for experimental determination of the stem movements caused by optical distortions when implementing the chosen measurement method are found. The results, experimental data on the elastic line of the deformed stem are given, the known measurement error being taken into account. The conclusions about the possibility of using experimental data for further engineering calculations, as well as for verifying the existing and newly developed mathematical models to describe the deformation of the cereal crop stem are drawn.

Keywords: stem, force, deformed state, experiment, method, error.

References

1. Urmakher L. S. Optika fotograficheskikh i aerofotogrammetricheskikh priborov. Izd. 2-e, pererab. i dop. M. : Nedra, 1965. 240 s.
2. Krivovoyaz L. M., Puryaev D. T., Znamenskaya M. A. Praktika opticheskoy izmeritel'noy laboratorii. M. : Mashinostroenie, 1974. 332 s.
3. Mal'tsev M. D., Karakulina G. A. Prikladnaya optika i opticheskie izmereniya. M. : Mashinostroenie, 1968. 472 s.
4. Gutrov M. A. Opredelenie geometricheskikh kharakteristik i poperechnykh secheniy steblya s ispol'zovaniem EVM // Vestnik Chelyabinskogo gosudarstvennogo agroinzhenernogo universiteta. 1995. T. 12.
5. Gutrov M. A. Avtomatizirovannaya ustanovka dlya issledovaniya deformirovannogo sostoyaniya modeley gibkikh sterzhney // Problemy zh/d transporta i transportnogo stroitel'stva Sibiri : tez. dokl. nauch.-tekhn. konf., posvyashch. 65-letiyu universiteta. Novosibirsk, 1997.
6. Gutrov M. A. Model' dinamicheskogo kontaktnogo deformirovaniya rasteniy pri vzaimodeystvii s motovilom // Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny. 2006. № 3. S. 29–34.
7. Gutrov M. A. Dinamicheskii analiz motovila shirokozakhvatnoy zhatki // Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny. 2004. № 12.
8. Gutrov M. A. Dinamicheskaya prochnost' motovila pritsepnoy zhatki // Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny. 2005. № 3.
9. Zhilkin V. A., Gutrov M. A. Opredelenie usiliy podvoda gruppy stebley k rezhushchemu apparatu zhatok zernouborochnykh mashin // Vestnik Chelyabinskogo agroinzhenernogo universiteta. 1998. T. 26. S. 16–32.



10. Gutrov M. A. Analiz metodov i sredstv dlya eksperimental'nogo issledovaniya velichiny sily razrusheniya svyazi zerna s kolosom // APK Rossii. 2018. T. 25. № 5. S. 600–610.

Gutrov Mikhail Aleksandrovich, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Head of the Department “Applied Mechanics”, South Ural Steta Agrarian University.

E-mail: gma74@mail.ru.

Roldugin Sergey Nikolayevich, Deputy Director for Agricultural Issues, OOO “Ravis – Sosnovskaya Poultry Farm”.

E-mail: ravis@chel.surnet.ru.

Determination of the optimal modes of plasma powder one-pass surfacing of the working surfaces of stop valves

V. V. Erofeev, R. G. Sharafiev, V. V. Popov, S. V. Erofeev, L. V. Makarov

The technological process of plasma powder surfacing, used at OAO “Blagoveshchensk Valves Plant” during the repair and restoration of the working surfaces of pipeline valves using the STARWELD PTA 350 CONTROL plasma unit and the double-arc plasmatron to provide the main “compressed” plasma arc and the “duty” one is considered. This paper proposes the modernization of the technological process to use a single-pass plasma powder surfacing with the combined action of the main “compressed” plasma arc and the “pilot” one to provide additional heating of the powder particles, contribute to its better spreading on the main metal of the product, and as a result, to reduce the heating of the product, the depth of penetration, the mixing ratio of the weld and base metal (up to 3%) and surfacing thickness. According to the results of experimental studies, recommendations have been developed for choosing the current of the “pilot” arc I_p , which excludes the complete overlapping of the plasmatron nozzle during the intense sticking of the powder to its internal cavity, resulting in operation losses of the dual-arc plasmatron during working time.

Keywords: plasma powder surfacing, dual-arc plasmatron, optimal process parameters, sticking of powder, inner surface, nozzle, plasmatron working life.

References

1. Korotkov V. A., Berdnikov A. A., Tolstov I. A. Vosstanovlenie i uprochnenie detaley i instrumenta plazmennymi tekhnologiyami. Chelyabinsk : Metall, 1993. 144 s.
2. Bykhovskiy D. G. Plazmennaya rezka, svarka i naplavka – universal'nye tekhnologicheskie protsessy // Elektricheskaya promyshlennost'. Ser. : Elektrosvarka. 1974. № 5–6. S. 26–27.
3. Tolstov I. A., Korotkov V. A. Spravochnik po naplavke. Chelyabinsk : Metallurgiya, 1990. 384 s.
4. The development of a hybrid plasma spraying process / N. C. Hung, P. E. Chandler, M. B. Quigley, B. L. Smith // ADV THERM. SPRAY ITSC 86 PROC, 11TH INT. NURM/ SPREY. CONF.
5. Inner Werher Energieverhalnisse des Plasmaauftragschweissprozess. (Energeticheskie sootnosheniya protsessa plazmennoy naplavki). “Schweisstechnik”. 1972. 22. № 4. S. 164–167 (nem.).
6. Pat. SSHA № 3016447.
7. Sosnin N. A., Ermakov S. A., Topolyanskiy P. A. Plazmennye tekhnologii. Rukovodstvo dlya inzhenerov. Tomsk : Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta, 2013. 406 s.
8. ST TSKBA 053-2008. Armatura truboprovodnaya. Naplavka i kontrol' kachestva naplavlyayemykh poverkhnostey. Tekhnicheskie usloviya. NPF “TSKBA”, 2008.
9. Gladkiy P. V., Perepletchikov E. F., Ryabtsev I. A. Plazmennaya naplavka. Kiev : Ekotekhnologiya, 2007. 291 s.
10. Sokolovskaya I. Yu. Polnyy faktorny eksperiment : metod. ukaz. dlya samost. raboty studentov. Novosibirsk : NGAVT, 2010. 36 s.
11. Popov V. V. Plazmennaya naplavka v proizvodstve truboprovodnoy armatury // Tezisy dokladov X Nauchno-prakticheskaya konferentsii molodykh spetsialistov OMK im. S. Z. Afonina. 2017. S. 91.

Erofeev Valeriy Vladimirovich, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Ufa State Petroleum Technological University.

E-mail: ervv52@mail.ru.

Sharafiev Robert Garafievich, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Ufa State Petroleum Technological University.

E-mail: sharafiev47@mail.ru.

Popov Vitaly Victorovich, welding-process engineer, OAO “Blagoveshchensk Valves Plant”.

E-mail: Popovv2@vsv.ru.

Erofeev Sergey Valeryevich, Candidate of Sciences (Engineering), Director, OOO “PromStandart”.

E-mail: okbx@mail.ru.

Makarov Leonid Vladimirovich, Director, Scientific and Production Center OOO “Neftegazinzhiniring.”

E-mail: leonid.ufa@mail.ru.

Improving environmental safety in the poultry industry

M. V. Zapevalov, V. V. Kachurin

There are five large poultry enterprises in Chelyabinsk region, which creates a serious environmental problem associated with poultry manure disposal. Poultry manure as the main production waste is the habitat of various pathogenic microorganisms, bacteria, staphylococci and Salmonella, the largest number of which is observed in fresh liquid manure. Therefore, this manure belongs to the third class of hazardous substances. In this regard, its large accumulation in poultry farms carries an environmental hazard to the environment. Obviously, with the improving production of poultry meat, eggs, it is necessary to improve waste disposal, i.e. poultry manure. It is impossible without using advanced, environmentally safety technologies for its processing into a demanded and competitive product. For this, the manure processing should be included in a single, closed process of waste-free production of poultry products. In South Ural State Agrarian University, waste-free technology for deep processing of poultry manure is developed, which involves the continuous manure coming from poultry houses for drying. Drying is carried out in a tumble dryer of a “Chestnut” conductive type, developed by OOO “Etalon alloy”. Most of the dried manure is directed to the reactor for pyrolysis to be gasified. The other part is used for preparing of organo-mineral fertilizers and fuel briquettes. The resulting gas is spent on maintaining the pyrolysis process itself and on drying the litter. This technology of processing poultry manure excludes its storage after removal from poultry houses and spreading over the soil surface after storage of large amounts of fertilizers, thereby preventing the detrimental effect on the environment, reduces the cost of manure disposal.

Keywords: poultry manure, environmental hazard, processing technology, fertilizer, nutrients.

References

1. Prikaz Minsel'khoza RF ot 15 dekabrya 2010 g. № 433 “Ob utverzhdenii tselevoy programmy vedomstva “Razvitie ptitsevodstva v Rossiyskoy Federatsii na 2010–2012 gody” i Kontseptsii razvitiya otrasli ptitsevodstva Rossiyskoy Federatsii na period 2013–2020 goda”.
2. Kochish I. I., Petrash M. G., Smirnov S. B. Ptitsevodstvo. M. : Kolos, 2004. 407 s.
3. Bryukhanov A. Yu., Shalavina E. V., Vasil'ev E. V. Metodika ukрупnennoy otsenki sutochnogo i godovogo vykhoda navoza/pometa // Molochnokhozyaystvennyy vestnik. 2014. № 1 (13). S. 78–85.
4. Rekomendatsii po obosnovaniyu ekologicheski bezopasnogo razmeshcheniya i funktsionirovaniya zhivotnovodcheskikh i ptitsevodcheskikh predpriyatiy / A. Yu. Bryukhanov [i dr.]. SPb. : IAEP, 2015. 52 s.
5. Zapevalov M. V., Kachurin V. V. Povyshenie effektivnosti pererabotki otkhodov, poluchennykh pri proizvodstve produktsii ptitsevodstva // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo uni-



versiteta. Orenburg : Orenburgskiy GAU, 2018. № 3 (71). S. 144–146.

6. Sostoyanie ekosistem v usloviyakh zagryazneniya okruzhayushchey sredy predpriyatiyami agropromyshlennogo kompleksa / T. F. Tarasova, A. I. Baytelova, N. S. Gur'yanova, V. I. Baytelov // Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. Orenburg : Orenburgskiy GAU, 2015. № 10 (185). S. 441–444.

7. Malofeev V. I. Tekhnologiya termicheskoy pererabotki pometa. M. : Kolos, 1981. 117 s., il.

8. Protasova N. A., Belyaev A. B. Khimicheskie elementy v zhizni rasteniy // Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal. 2001. T. 7. № 3. S. 25–32.

9. Zapevalov M. V. Kompleksnyy resursoberegayushchiy tekhnologicheskii protsess i tekhnicheskie sredstva dlya predposevnoy podgotovki pochvy i semyan pri vozdeleyvanii sel'skokhozyaystvennykh kul'tur : dis. ... d-ra tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2013.

10. Zapevalov M. V., Kachurin V. V. Model' tekhnologicheskogo protsessa pererabotki ptich'ego pometa // Izvestiya Orenburgskogo GAU. 2018. № 6 (74). S. 125–128.

11. Zapevalov M. V., Zapevalov S. M. Pererabotka ptich'ego pometa s polucheniem elektricheskoy, teplovoy energii i kompleksnogo organo-mineral'nogo udobreniya // Vestnik CHGAA. 2014. T. 67/2. S. 45–49.

12. Proizvodstvennyy potentsial sel'skogo khozyaystva: etapy razvitiya, sostoyanie, problemy modernizatsii : ucheb. posobie / A. M. Plaksin, A. V. Gritsenko, M. V. Zapevalov, N. V. Kostyuchenkov. Chelyabinsk, 2018. 292 s.

13. Sovershenstvovanie tekhnologii i sredstv vypolneniya zernouбороchnykh protsessov v sel'skom khozyaystve : monografiya / S. D. Shepelev [i dr.]. Chelyabinsk : FGBOU VO Yuzhno-Ural'skiy GAU, 2018. 256 s.

14. Plaksin A. M., Gritsenko A. V. Resursy rastenievodstva. Energetika mashinno-traktornykh agregatov : monografiya. 2-e izd., pererab. i dop. Chelyabinsk, 2015. 307 s.

15. Plaksin A. M., Ganiev I., Gritsenko A. V. Vzaimosvyaz' natural'nykh i stoimostnykh pokazateley tekhniko-tekhnologicheskoy osnashchennosti protsessov v rastenievodstve // APK Rossii. 2015. T. 71. S. 67–75.

16. Vzaimosvyaz' pokazateley, opredelyayushchikh uroven' tekhniko-tekhnologicheskoy osnashchennosti protsessov v rastenievodstve / A. M. Plaksin, I. Ganiev, A. V. Gritsenko, K. V. Glemba // Vestnik KrasGAU. 2014. № 12 (99). S. 194–199.

Zapevalov Mikhail Veniaminovich, Doctor of Sciences (Engineering), South Ural Stae Agrarian University.

E-mail: mv.zapevalov@mail.ru.

Kachurin Vitaly Vladimirovich, Candidate of Sciences (Engineering), South Ural Stae Agrarian University.

E-mail: kachurin-vv@yandex.ru.

Systems for stabilizing the coolant speed during convective drying of grain in an experimental installation

V. G. Zakhakhatnov, P. V. Kashin, V. K. Dylena

Regulation of the coolant speed during convective drying of the grain makes it possible to adjust the amount of heat supplied to the material being dried, as well as to avoid the removal of grain from the drying zone and therefore it is relevant. Thus, a system for automatic regulation of the coolant speed for an experimental drying installation is proposed. The installation is built on the basis of a frequency converter, an exhaust fan and a vacuum sensor as an alternative to an expensive speed sensor, the calibration of the measuring channel being carried out, settings of the frequency converter being shown. It is proposed to extend this approach to build a system for regulating the coolant speed in industrial convective grain dryers.

Keywords: drying, coolant speed, vacuum sensor, frequency converter.

References

1. Akulich P. V. Raschety sushil'nykh i teploobmennyykh ustanovok. Minsk : Belarus. navuka, 2010. S. 268–270.
2. Zakhakhatnov V. G., Kashin P. V. Opredeleniya nachal'noy vlazhnosti zerna pri sushke po vremeni ego nagreva // Vestnik VIESKH. 2018. № 1 (30). S. 33–38.
3. Portativnye datchiki skorosti potoka vozdukha/gazov. Rezhim dostupa : https://poltraf.ru/skorost_vozdukha_napravleniya_vetra/datchiki_skorosti_potoka_vozdukha_gazov/portativnye_datchiki_skorosti_potoka_vozdukha_gazov/ (data obrashcheniya 24.012019).
4. Vnutrennie sanitarno-tekhnicheskie ustroystva CH. 3. Ventilyatsiya i konditsionirovanie vozdukha : v 3 ch. / B. V. Barkalov [i dr.]. 4-e izd. M. : Stroyizdat, 1992. Kn. 2. 416 s.
5. DMD 331. Tekhnicheskies parametry. Rezhim dostupa : <http://www.bdsensors.ru/pdf/doc/dmd331.pdf> (data obrashcheniya 24.012019).
6. N700E. Rukovodstvo po ekspluatatsii. Rezhim dostupa : https://promelectric.ru/media/man_N700E_0.4KW-3.7KW.pdf. (data obrashcheniya 24.012019).

Zakhakhatnov Victor Glebovich, Candidate Sciences (Engineering), Associate Professor of the Department “Power Supply and Automation of Technological Processes”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: zahvg@inbox.ru.

Kashin Pavel Viktorovich, graduate student, the Department of Power Supply and Automation of Technological Processes, South Ural State Agrarian University.

E-mail: george-ju@yandex.ru.

Dylenya Vitaly Konstantinovich, undergraduate student, the Department of Power Supply and Automation of Technological Processes, South-Ural State Agrarian University.

E-mail: dello_2010@mail.ru.

The results of experimental studies of a centrifugal rotary chopper for fodder grain and oilseeds ILS-0.3

N. S. Sergeev, K. V. Sudakov, M. N. Wagner, P. D. Druzhkov, D. A. Smirnov, R. V. Konstantinov

The article proves the importance and feasibility of using crushed oilseeds as a feed additive to diets. To achieve high economic performance in the livestock industry, the feed ration must contain a specific set of substances that fully satisfy the needs of the animal's body. This is possible by preparing high-grade animal feed. At present, the share of concentrated feed in the total feed balance is 29...32%. The production of animal feed with protein and vitamin supplements is an important branch of agriculture. Responsible and energy-intensive technological operation when preparing animal feed is grinding, which takes more than 50% of the total energy and labor costs of production. The article presents the material and the results of experiments on the grinding of oilseeds and feed grains in a rotary chopper.

Keywords: feed, feed grain, protein and vitamin supplements, particle size distribution, centrifugal rotary chopper, pinch angle.

References

1. Statisticheskie materialy i rezul'taty issledovaniy razvitiya agropromyshlennogo proizvodstva Rossii. M. : RASKHN, 2016. 254 s.
2. Ivanov Yu. A. Perspektivnye tekhnologii proizvodstva produktsii zhivotnovodstva – osnova razrabotki sistemy mashin dlya otrasli na period do 2020 g. // Vestnik VNIIMZH. 2012. № 1 (5). S. 5–12.
3. Sergeev N. S. Tsentrobezchno-rotornyye izmel'chiteli furazhnogo zerna : dis. ... d-ra tekhn. nauk. Chelyabinsk, 2008. 316 s.



4. Mityakova R. P., Chegodaev V. G. Sravnitel'naya otsenka razlichnykh sposobov podgotovki semyan rapsa k skarmlivaniyu // Rezervy uvelicheniya proizvodstva produktov zhivotnovodstva v Sibiri : sb. nauch. tr. / SibNIPTIZH. Novosibirsk, 1994. S. 160–164.
5. Sergeev N. S., Prykina T. V., Shakhmaev N. K. Ispol'zovanie rapsovoy muki v ratsione doynnykh korov // Materialy XLIII nauch.-tekhn. konferentsii. Chelyabinsk : CHGAU, 2004. S. 38–41.
6. Zernovye, bobovye i maslichnye kul'tury. Standarty. M. : Izd-vo standartov, 1980. 344 s.
7. Minsel'khoz Rossii. Rezhim dostupa : <http://old.mcx.ru>. Data obrashcheniya: 29.12.2018.
8. Minsel'khoz Rossii. Novosti Rossiyskoy Federatsii. Rezhim dostupa : http://www.chelagro.ru/webnewspaper/index.php?ELEMENT_ID=14995&sphrase_id=124566. Data obrashcheniya: 29.12.2018.
9. K voprosu vzdelyvaniya rapsa yarovogo v Rossii v XIX v. i v nachale XX v. / R. B. Nurlygayanov [i dr.] // Tendentsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva v sovremennoy Rossii : mater. XII Mezhdunar. nauch.-prakt. konferentsii. Kemerovo : KGSKHI, 2013. S. 225–229.
10. Gulidova V. A., Khryukina E. I., Sergeev G. Ya. Raps. Sovremennyye tekhnologii vzdelyvaniya. Prakticheskoe rukovodstvo. Voronezh, 2013. 44 s.
11. Zal'tsman V. A. Len maslichnyy – tsennaya sel'skokhozyaystvennaya kul'tura // Nivy Rossii. 2017. № 4. S. 29–32.
12. Syrovatka V. I., Sergeev N. S. Obosnovanie rabochikh organov izmel'chiteley semyan rapsa i furazhnogo zerna na baze Zemledel'cheskoy mekhaniki» V. P. Goryachkina // Tekhnika v sel'skom khozyaystve. 2008. № 2. S. 30–34.
13. Syrovatka V. I., Sergeev N. S. Izyskanie energosberegayushchikh rabochikh organov dlya izmel'cheniya semyan rapsa i furazhnogo zerna // Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva. 2008. T. 18. № 3. S. 3–12.
14. Sergeev N. S. Vliyanie konstruktsionnykh parametrov rezhushchikh elementov na staticheskoe i dinamicheskoe usilie rezaniya zerna // Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny. 2008. № 1. S. 36–37.
15. Pat. RF 166486. Ustroystvo dlya izmel'cheniya sypuchikh materialov / N. S. Sergeev, D. N. Sergeev, B. V. Zabegaev ; zayavl. 20.07.2015 ; opubl. 27.11.2016, Byul. № 33.
16. Proizvodstvennyy potentsial sel'skogo khozyaystva: etapy razvitiya, sostoyanie, problemy modernizatsii : ucheb. posobie / A. M. Plaksin, A. V. Gritsenko, M. V. Zapevalov, N. V. Kostyuchenkov. Chelyabinsk, 2018. 292 s.
17. Plaksin A. M., Gritsenko A. V. Resursy rastenievodstva. Energetika mashinno-traktornykh agregatov : monografiya. 2-e izd., pererab. i dop. Chelyabinsk, 2015. 307 s.
18. Plaksin A. M., Ganiev I., Gritsenko A. V. Vzaimosvyaz' natural'nykh i stoimostnykh pokazateley tekhniko-tekhnologicheskoy osnashchennosti protsessov v rastenievodstve // APK Rossii. 2015. T. 71. S. 67–75.
19. Vzaimosvyaz' pokazateley, opredelyayushchikh uroven' tekhniko-tekhnologicheskoy osnashchennosti protsessov v rastenievodstve / A. M. Plaksin, I. Ganiev, A. V. Gritsenko, K. V. Glemba // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 12 (99). S. 194–199.

Sergeev Nikolay Stepanovich, Doctor of Sciences (Engineering), Professor, Head of the Department “Technology and Mechanization of Livestock and Engineering Graphics”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: s.n.st@mail.ru.

Sudakov Konstantin Victorovich, senior lecturer, the Department “Technology and Mechanization of Livestock and Engineering Graphics”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: ckv@mail.ru.

Vagner Maxim Nikolayevich, graduate student, the Department “Technology and Mechanization of Livestock and Engineering Graphics”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: makcvagner2001@mail.ru.

Druzhkov Pavel Dmitryevich, graduate student, the Department “Technology and Mechanization of Livestock and Engineering Graphics”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: pavdrygkov2000@mai.ru.

Smirnov Dmitry Andreyevich, graduate student, the Department “Technology and Mechanization of Livestock and Engineering Graphics”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: Dimon_Varna_857@mail.ru.

Roman Konstantinov Valeryevich, graduate student, the Department “Technology and Mechanization of Livestock and Engineering Graphics”, South Ural State Agrarian University.

E-mail: romakonstantinov1996@yandex.ru.

Study of technical equipment of the Chelyabinsk region with agricultural equipment

A. V. Starunov, A. E. Ageeva, V. A. Starunova

The article deals with the problem of technical equipment of agricultural organizations of Chelyabinsk region with basic agricultural equipment. The state of the machine-tractor fleet, combine harvesters, plows, cultivators, seeders, mowers and roller headers used in organizations of various forms of ownership in the region in general and in the municipal areas in particular is analyzed for the period from 1995 to 2017. Some results of the implementation of the State program for the development of agriculture and regulation of the markets of agricultural produce, raw materials and food for 2013-2020 in Chelyabinsk region for the period from 2017 to 2018 are considered. The research results prove a low level of technical equipment of agricultural organizations with the main types of equipment. It was determined that the machine-tractor fleet and combine harvesters decreased by 7 and 7.8 times as compared with 1995, every 1000 hectares of arable land being equipped with 5 tractors, which exceeds the average value for the Russian Federation, but does not correspond to the standard value of this indicator. The average value of arable land per tractor is 230 hectares. The main representatives of the machine-tractor fleet of agricultural organizations of Chelyabinsk region are identified. It was established that technical equipment with combine harvesters is 1...2 units per 1000 hectares of sown area and does not exceed this value for the Russian Federation (RF) and the standard value. The average load per combine harvester is 352 hectares. The recommendations to improve the technical equipment of agricultural organizations are presented.

Keywords: technical equipment, agriculture, machine-tractor fleet, agricultural production, main representative.

References

1. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Chelyabinskoy oblasti. Rezhim dostupa: <http://www.chelagro.ru>.
2. Natsional'nyy doklad o khode i rezul'tatakh realizatsii v 2014, 2015, 2016, 2017 gg. Gosudarstvennoy programmy razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'skokhozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody.
3. Sel'skoe khozyaystvo Chelyabinskoy oblasti / Ekspertno-analiticheskiy tsentr agrobiznesa “AB-TSentr”. Rezhim dostupa : <http://ab-centre.ru/page/selskoe-hozyaystvo-chelyabinskoy-oblasti>.
4. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoy statistiki. Rezhim dostupa : [http://chelstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstats/chelstat/ru/publications/officialpublications/electronic versions](http://chelstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstats/chelstat/ru/publications/officialpublications/electronic%20versions).
5. Salykov B. R., Starunov A. V., Starunova I. N. Osnashchennost' krest'yanskikh khozyaystv Kostanayskoy oblasti tekhnikoy // 3i: intellect, idea, innovation – intellekt, ideya, innovatsiya. 2002. № 3–4. S. 20–22.
6. Pravitel'stvo Chelyabinskoy oblasti. Postanovlenie ot 21 dekabrya 2016 g. № 724-P «O gosudarstvennoy programme Chelyabinskoy oblasti “Razvitie sel'skogo khozyaystva v Chelyabinskoy oblasti na 2017–2020 gody”.
7. Ministerstvo sel'skogo khozyaystva Irkutskoy oblasti. Rezhim dostupa : [http://irkobl.ru/sites/agroline/02 Chekmarev 31 01.pdf](http://irkobl.ru/sites/agroline/02%20Chekmarev%2031%2001.pdf).
8. Normativy potrebnosti APK v tekhnike dlya rastenievodstva i zhivotnovodstva. Minsel'khoz Rossii. M., 2003. 84 s.



9. Statisticheskiy ezhegodnik po Chelyabinskoy oblasti. Rezhim dostupa : [http://chelstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstats/chelstat/ru/publications/officialpublications/electronic versions](http://chelstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstats/chelstat/ru/publications/officialpublications/electronic%20versions).

10. Itogi Vserossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy perepisi 2016 goda : v 7 t. / Chelyabinskstat. Chelyabinsk, 2018. T. 1 : Osnovnye itogi Vserossiyskoy sel'skokhozyaystvennoy perepisi 2016 goda. Kn. 2 : Itogi po munitsipal'nym rayonam i gorodskim okrugam Chelyabinskoy oblasti. 212 s.

11. Rossiya v tsifrakh. 2017 : krat. stat. sb. / Rosstat. M., 2017. 511 s.

12. Perepelkiny.RF: Tematicheskiy resurs dlya sobstvennikov khozyaystv, podvoriy, zavodchikov i vladel'tsev ptitsy. Rezhim dostupa : <https://perepelkiny.ru/about.html> <https://perepelkiny.ru/6485vapkchelyabinskoioblastiuskorilsya-process-tehnicheskogo-obnovleniya.html>.

13. Proizvodstvennyy potentsial sel'skogo khozyaystva: etapy razvitiya, sostoyanie, problemy modernizatsii : ucheb. posobie / A. M. Plaksin, A. V. Gritsenko, M. V. Zapevalov, N. V. Kostyuchenkov. Chelyabinsk, 2018. 292 s.

14. Plaksin A. M., Gritsenko A. V. Resursy rastenievodstva. Energetika mashinno-traktornykh agregatov : monografiya. 2-e izd., pererab. i dop. Chelyabinsk, 2015. 307 s.

Starunov Alexander Vladimirovich, Candidate of Sciences (Engineering), Associate Professor, Associate Professor of the Department "Technology and Organization of Technical Service", South Ural State Agrarian University.

E-mail: alex_starunov68@mail.ru.

Ageeva Anastasia Evgenievna, 2nd year graduate student, the Faculty "Technical Service in the Agro-Industrial Complex", South Ural State Agrarian University.

E-mail: mrs_anastasia@list.ru.

Starunova Valeria Alexandrovna, 2nd year undergraduate student, the Faculty "Technical Service in the Agro-Industrial Complex", South Ural State Agrarian University.

E-mail: lera.starunova@mail.ru.

VETERINARY SCIENCES

Effect of stromal vascular fraction of adipose tissue on reparative osteogenesis in animals

A. V. Shudrik, I. G. Kiselev, A. N. Bezin

The search for ways to stimulate reparative osteogenesis is urgent for modern orthopedics and traumatology. The study of the effect of the stromal-vascular fraction of adipose tissue on various regenerative processes, including reparative osteogenesis, is relevant for researching in regenerative medicine. The article presents the results of an experiment on replacing ulnar bone defects using biocomposite osteoplastic material "Collapan-O" enriched with the stromal-vascular fraction of adipose tissue. The experiment was conducted on dogs, with the results of the radiological assessment of the study being given. During the experiment, the stimulating effect of the stromal-vascular fraction of adipose tissue on osteoreparative processes in dogs with "Collapan-O" implanted in bones was revealed.

Keywords: stromal vascular fraction of adipose tissue, multipotent mesenchymal stromal cells, reparative osteogenesis.

References

1. Samoshkin I. B. Sravnitel'naya otsenka intramedullyarnogo i nakostnogo osteosinteza // Veterinariya. 1987. № 2. S. 57–59.

2. Samoshkin I. B. Ekstramedullyarnyy osteosintez kak metod khirurgicheskoy korrektsii psevdartrozov dlinnykh trubchatykh kostey u sobak // Mater. XIII Mezhdunar. Mosk. veterinar. kongressa po boleznyam melkikh domashnikh zhivotnykh. M., 2005. S. 102–103.

3. Primenenie nakostnogo osteosinteza u sobak karlikovykh porod pri perelomakh predplech'ya / A. V. Shugaev [i dr.] // RVZH. MDZH. 2011. № 1. S. 16–20.
4. Yagnikov S. A. Stabil'no-funktsional'nyy osteosintez v travmatologii, ortopedii i onkoortopedii sobak. M. : KolosS ; Zoomedlit, 2010. S. 118.
5. Waters D. J., Breur D. J., Toombs J. P. Treatment of common forelimb fractures in miniature- and toy-breed dogs // J Am Anim Hosp Assoc. 1983. № 19. P. 643–650.
6. The Intraosseous Blood Supply of the Canine Radius: Implications for Healing of Distal Fractures in Small Dogs / J. A. Welch, R. J. Boudrieau, L. M. Dejardin, G. J. Spodnick // Veterinary Surgery. 1997. № 26. R. 57–61.
7. Berchenko G. N., Kesyan G. A. Aktivizatsiya reparativnogo osteogeneza pri zapolnenii segmentarnogo defekta dlinnoy trubchatoy kosti kompozitsionnym preparatom "Kollapan" // Travmatologiya i ortopediya. 2008. T. 9. № 3. S. 282–286.
8. Brus I. G. Kostnaya plastika formalinizirovannymi transplantatami. Kishinev : Shtiintsa, 1989. 116 s.
9. Volkov A. V. Sinteticheskie biomaterialy na osnove polimerov organicheskikh kislot v tkanevoy inzhenerii // Kletochnaya transplantologiya i tkanevaya inzheneriya. 2005. № 2. S. 43–45.
10. Osteoplasticheskaya effektivnost' razlichnykh form gidroksiapatita po dannym eksperimental'no-morfologicheskogo issledovaniya / A. S. Grigor'yan [i dr.] // Stomatologiya. 2000. № 3. S. 4–8.
11. Dedukh N. V., Khmyzov S. A., Tikhonenko A. A. Novye tekhnologii v regeneratsii kosti: ispol'zovanie faktorov rosta // Ortopediya, travmatologiya i protezirovaniye. 2008. № 4. S. 129–133.
12. Desyatnichenko K. S., Kovin'ka M. A., Talashova I. A. O perspektivakh primeneniya osteoindutsiruyushchikh materialov dlya vozmeshcheniya defektov kostey // Novye tekhnologii v meditsine. 2000. S. 75–76.
13. Desyatnichenko K. S., Kurdyumov S. G., Leont'ev V. K. Puti povysheniya aktivnosti, stimuliruyushchey reparativnyy osteogenez, u materialov, implantiruemykh v kostnyy defekt // Med. biznes. 2006. № 5. S. 143–145.
14. Bulatov A. A., Savel'ev V. I., Kalinin A. V. Primenenie kostnykh morfogeneticheskikh belkov v eksperimente i klinike // Travmatologiya i ortopediya Rossii. 2005. № 1 (34). S. 46–54.
15. Kletochnye tekhnologii v travmatologii i ortopedii: puti Razvitiya / R. V. Deev [i dr.] // Kletochnaya transplantologiya i tkanevaya inzheneriya. 2007. T. 2. № 4. S. 18–30.
16. Orthopaedic tissue engineering and bone regeneration / G. Dickson [et al.] // Technology Health Care. 2007. V. 15. P. 57–67.
17. Varma M. J., Breuls R. G., Schouten T. E. Phenotypical and functional characterization of freshly isolated adipose tissue-derived stem cells // Stem Cells Dev. 2007. № 16. R. 91–104.
18. Zuk P. A., Zhu M., Mizuno N. Multilineage cells from human adipose tissue: implications for cell-based therapies // Tissue Eng. 2001. № 7 (2). R. 211.
19. Praktikum po obshchey i chastnoy veterinarnoy khirurgii / I. A. Kalashnik [i dr.]. M. : Agropromizdat, 1988. 303 s.

Shudrik Alexander Vladimirovich, postgraduate student, the Department of Non-Communicable Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: shudrikav@mail.ru.

Kiselev Igor Georgievich, postgraduate degree seeker, the Department of Non-Communicable Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: vet.ortoped.system@mail.ru.

Bezin Alexander Nikolayevich, Doctor of Sciences (Veterinary), Professor, the Department of Non-Communicable Diseases, South Ural State Agrarian University.

E-mail: bezin74@mail.ru.



Правила предоставления рукописей статей в научный журнал «АПК России»

Представленная в электронном варианте статья должна соответствовать **научному профилю** журнала.

Объем текста статьи не должен превышать 15 стр. для доктора наук, для остальных авторов объем статьи составляет от 5 до 10 стр. Ответственность за использование данных, не предназначенных для открытой публикации, несут авторы статей в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Статья должна содержать: аннотацию, ключевые слова, основной текст, сведения об авторах (фамилия, имя, отчество авторов полностью; место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание; адрес для переписки, e-mail и телефоны для связи), список литературы.

Метатекст (название статьи, аннотация, ключевые слова, ФИО авторов полностью, сведения об авторах, список литературы) должен быть представлен на **русском** и **английском** языках.

Рекомендуемый объем аннотации – не более 5–7 строк. Не следует начинать аннотацию с повторения названия статьи! В аннотации необходимо осветить цель исследования, методы, результаты (желательно с приведением количественных данных), кратко и четко сформулировать выводы. В аннотации не допускается разбивка на абзацы и использование вводных слов и выражений, элементы сложного форматирования (индексы, символы и т. п.).

Структура статьи должна содержать следующие **основные** разделы:

1. Введение.
2. Методы исследования.
3. Результаты исследований.
4. Обсуждения.
5. Список литературы (ГОСТ Р 7.0.5–2008)

Новизна может быть не общенаучной, а отраслевой. Статья не должна иметь фактических ошибок, выводы и заключения не должны противоречить известным законам природы и общенаучным истинам.

Автор (авторы) заполняют анкету при представлении в редакцию статьи.

Невыполнение вышеуказанных требований в полном объеме является поводом для отказа в приеме материала статьи.

Статьи, соответствующие указанным требованиям, регистрируются редакцией.

Решение о публикации статьи принимается по результатам **рецензирования** и обсуждения на редколлегии.

Информацию о прохождении статьи авторы могут уточнить по тел. редакции: +7 (351) 266-65-20, а также по электронной почте: gusapk@bk.ru.

Представляя свои материалы для опубликования, автор тем самым дает согласие на размещение электронной версии своей статьи на сайте и в научной библиотеке вуза, а также в электронной научной библиотеке eLibrary в открытом доступе.

Все статьи рецензируются, отклоненные статьи авторам не возвращаются, о причинах отклонения автор уведомляется на основании заключения редколлегии.

Гонорар за публикации не предусмотрен.

Правила оформления статьи

Указать тематическую рубрику (код УДК) в верхнем левом углу статьи.

ФИО авторов полностью, место работы, занимаемая должность; ученая степень, звание, телефон и e-mail (каждого автора).

Аннотация на русском языке.

Ключевые слова на русском языке.

Все поля – 2 см. Шрифт текста – TimesNewRoman. Размер шрифта – 14 пт, интервал – 1,5.

Буквы латинского алфавита – курсивного начертания, буквы греческого и русского алфавитов, индексы и показатели степени, математические символы \lim , \lg , const , \cos , \sin , \max , \min и др. – прямого начертания.

Набор формул в стандартных редакторах формул MathType либо Equation, шрифт Times New Roman. Нумеровать только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. Номер формулы ставить с правой стороны в конце формулы с выравниванием по правой границе страницы. Обозначения в формулах: прямо – русские буквы, греческие символы, функции, цифры; курсив – латинские буквы.

Таблицы и рисунки помещать за первой ссылкой на них в тексте после окончания абзаца. Графики и диаграммы должны быть активны и сохранены в отдельной папке с обозначением каждого рисунка, согласно тексту статьи. Рисунки выполнять, используя программные продукты, и представлять в виде отдельного файла: в растровом формате Tiff, JPG, BMP (300 dpi); в векторных форматах CDR, EPS, wmf; рисунки Word – в формате DOC.

Фотографии выполнять с разрешением не менее 600 dpi.

Обозначения, термины и иллюстративный материал должны соответствовать действующим государственным стандартам.

Список литературы должен быть оформлен в соответствии с последовательностью ссылок в тексте согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Все аббревиатуры необходимо расшифровать.

Название статьи, аннотация, ключевые слова, ФИО авторов полностью, сведения об авторах дублируются на английском языке.

*С уважением,
редакция журнала*

Анкета автора*
представленной в редакцию рукописи статьи:

(название статьи)

ФИО <i>(полностью)</i>	
Ученая степень	
Ученое звание <i>(при наличии)</i>	
Должность	
Место работы, учебы <i>(полное наименование организации)</i>	
Адрес места работы, учебы <i>(с указанием индекса)</i>	
Контактный телефон <i>(с указанием кода города)</i>	
Адрес электронной почты	
Адрес, на который следует выслать авторский экземпляр журнала <i>(с указанием индекса)</i>	
Иные сведения	

* – В случае подготовки статьи в соавторстве сведения предоставляются каждым из авторов.

Вниманию читателей!

Подписку на журнал можно оформить в почтовых отделениях ФГУП «Почта России».

Издание включено в объединенный и электронный каталог «Пресса России».

Требования к статьям, представляемым к публикации, размещены на сайтах журнала: <http://www.rusapk.ru>, <http://rusapk.sursau.ru>

Полнотекстовая версия журнала «АПК России» размещена на сайте электронной научной библиотеки: <http://www.elibrary.ru>, сайте журнала: <http://www.rusapk.ru>, сайте Университетской библиотеки онлайн: www.biblioclub.ru.

Dear Readers, attention, please!

Subscription to the journal can be obtained at post offices «Russian Post».

The journal is included in the combined and the electronic catalog «Press of Russia.»

Requirements for articles submitted for publication, available on the websites: <http://www.rusapk.ru>, <http://rusapk.sursau.ru>

The full-text version of the journal «Agro-Industrial Complex of Russia» is available online on the e-Science Library website: <http://www.elibrary.ru>, on the journal website: <http://www.rusapk.ru>, on the University Library website: www.biblioclub.ru.



Заместитель главного научного редактора –
доктор биологических наук
А. В. Мифтахутдинов
E-mail: rusapk@bk.ru

The deputy of the editor-in-chief
is Doctor of Biological Sciences
A. V. Miftakhutdinov
E-mail: rusapk@bk.ru

Верстка
М. В. Шингареева

Корректор
М. В. Вербина

Design
M. V. Shingaryova

Proof reader
M. V. Verbina

Перевод на англ. язык – *И. Ю. Новикова*

English rendering – *I. Y. Novikova*

Подписано в печать 15.02.2019.
Формат 60×84/8. Гарнитура Times.
Усл. печ. л. 16,0. Тираж 300 экз.
Заказ № 30

Signed to print 15.02.2019.
Format 60×84/8. Times script.
Conventional printed sheet 16,0.
Circulation 300 copies.
Order № 30

Адрес редакции: 454080, г. Челябинск,
пр. им. В. И. Ленина, 75. Тел.: 8(351) 266-65-20

Editors office: 454080, Chelyabinsk,
Lenin Avenue, 75. Phone: 8(351) 266-65-20

Адрес издателя: Южно-Уральский
государственный аграрный университет
457100, г. Троицк, ул. Гагарина, 13
Тел.: 8(35163) 2-00-10, факс: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Publishers address: South-Ural State
Agrarian University
457100, Troitsk, Gagarin Str, 13
Phone: 8(35163) 2-00-10, Fax: 8(35163) 2-04-72
E-mail: tvi_t@mail.ru

Отпечатано: ИПЦ Южно-Уральского ГАУ,
Адрес: 454080, г. Челябинск, ул. Энгельса, 83

Printed in South-Ural State Agrarian University
Publishing House: 454080, Chelyabinsk,
Engels Str., 83

Свободная цена

Free-market price