НАУЧНАЯ ЖИЗНЬ

Научный журнал | *Издается с 2006 года*

Периодичность выхода: 1 раз в месяц

Журнал «Научная жизнь» входит в Международную базу данных AGRIS и Перечень ведущих рецензируемых научных журналов ВАК РФ по следующим группам научных специальностей: 06.01.00 – агрономия, 06.02.00 – ветеринария и зоотехния, 06.03.00 – лесное хозяйство, 05.20.00 – процессы и машины агроинженерных систем, 03.02.00 – общая биология

Импакт-фактор РИНЦ (двухлетний) – 0,505

№ 6, 2018

Главный редактор:

Бондаренко Ю. В.,

д-р с.-х. наук, профессор

Редакционная коллегия:

Агольцов В. А., д. в. н., проф.
(зам. главного редактора)
Багманов М. А., д. в. н., проф.
Болдырев В. А., д. б. н., проф.
Бородычев В. В., д. с.-х. н., проф., академик РАН, заслуженный деятель науки РФ
Бунин В. Д., д. т. н. (г. Берлин, Германия)
Гальченко В. Ф., д. б. н., проф., чл.-корр. РАН
Гамаюнов П. П., д. т. н., проф.
(зам. главного редактора)
Гулий О. И., д. б. н., проф.
Дубенок Н. Н., д. с.-х. н., проф., академик РАН
Дубровин В. В., д. б. н., проф.
Есин А. И., д. т. н., проф.
Корсак В. В., д. с.-х. н., проф.
Кузнецов В. А., д. б. н., проф.
Ларионов С. В., д. в. н., проф., чл.-корр. РАН
Маштаков Д. А., д. с.-х. н., проф.
(зам. главного редактора)
Наумов В. Д., д. б. н., проф.
Ольгаренко В. И., д. т. н., проф., чл.-корр. РАН, заслуженный деятель науки РФ
Оробец В. А., д. в. н., проф.
Пронько Н. А., д. с.-х. н., проф.
Пчелкин В. В., д. т. н., проф.
Рулев А. С., д. с.-х. н., проф., академик РАН
Сафонов В. В., д. т. н., проф.
Сачков С. А., д. б. н., проф.
Семенов А. М., д. б. н., проф.
Синицына Н. Е., д. с.-х. н., проф.
Слюсаренко В. В., д. т. н., проф.
Сметанин В. И., д. т. н., проф.
Сторчевой В. Ф., д. т. н., проф.
Сухарев Ю. И., д. т. н., проф.
Федоров М., д. м. н. (г. Мюнхен, Германия)
Шляхтин Г. В., д. б. н., проф., заслуженный деятель науки РФ
Щербаков А. А., д. б. н., проф.
Юдакова О. И., д. б. н., проф.

Редакторы:
Паранюшкина М. В., Горяева Д. А.
Корректор: **Боякова О. М.**
Компьютерная верстка: **Кочетова Н. А.**

Адреса редакции:
г. Москва, Ленинский пр-т, 30
г. Саратов, пр-т Энтузиастов, 43

Адреса для почтовой связи:
115551, г. Москва, а/я 66
410039, г. Саратов, а/я 160

www.sced.ru, *e-mail:* ***info@sced.ru***

Тел.: (495) 666-29-30; (845-2) 921-901

Учредитель: ЗАО «АЛКОР»
Св-во о регистрации СМИ ПИ № ФС77-49015.

© «Научная жизнь», 2018

SCIENTIFIC LIFE

Scientific journal | *Published since 2006*

Frequency: once a month

"Scientific Life" journal is included in the international database "AGRIS" and is among the leading scientific journals reviewed by the Higher Attestation Comission the following groups of scientific specialties: 06.01.00 – agronomy, 06.02.00 – veterinary and husbandry, 06.03.00 – forestry, 05.20.00 – processes and machines of Agroengineering systems 03.02.00 – General biology

RSCI impact factor (two-year) – 0,505

№ 6, 2018

Editor-in-Chief:

Bondarenko Yu. V.,

Dr. Sci. (Agr.), Professor

Editorial board:

Agol'tsov V. A., Dr. Sci. (Vet.), Prof.
(deputy editor-in-chief)
Bagmanov M. A., Dr. Sci. (Vet.), Prof.
Boldyrev V. A., Dr. Sci. (Biol.), Prof.
Borodychev V. V., Dr. Sci. (Agr.), Prof., RAS academician, honorary worker of science of the RF
Bunin V. D., Dr. Sci. (Tech.) (Berlin, Germany)
Gal'chenko V. F., Dr. Sci. (Biol.), Prof., RAS corr. memb.
Gamayunov P. P., Dr. Sci. (Tech.), Prof.
(deputy editor-in-chief)
Guly O. I., Dr. Sci. (Biol.), Prof.
Dubenok N. N., Dr. Sci. (Agr.), Prof., RAS academician
Dubrovin V. V., Dr. Sci. (Biol.), Prof.
Esin A. I., Dr. Sci. (Tech.), Prof.
Korsak V. V., Dr. Sci. (Agr.), Prof.
Kuznetsov V. A., Dr. Sci. (Biol.), Prof.
Larionov S. V., Dr. Sci. (Vet.), Prof., RAS corr. memb.
Mashtakov D. A., Dr. Sci. (Agr.), Prof.
(deputy editor-in-chief)
Naumov V. D., Dr. Sci. (Biol.), Prof.
Ol'garenko V. I., Dr. Sci. (Tech.), Prof., RAS corr. memb., honorary worker of science of the RF
Orobets V. A., Dr. Sci. (Vet.), Prof.
Pron'ko N. A., Dr. Sci. (Agr.), Prof.
Pchelkin V. V., Dr. Sci. (Tech.), Prof.
Rulev A. S., Dr. Sci. (Agr.), Prof., RAS academician
Safonov V. V., Dr. Sci. (Tech.), Prof.
Sachkov S. A., Dr. Sci. (Biol.), Prof.
Semenov A. M., Dr. Sci. (Biol.), Prof.
Sinitsyna N. E., Dr. Sci. (Agr.), Prof.
Slyusarenko V. V., Dr. Sci. (Tech.), Prof.
Smetanin V. I., Dr. Sci. (Tech.), Prof.
Storchevoy V. F., Dr. Sci. (Tech.), Prof.
Sukharev Yu. I., Dr. Sci. (Tech.), Prof.
Fedorov M., Dr. Sci. (Med.) (München, Germany)
Shlyakhtin G. V., Dr. Sci. (Biol.), Prof., honorary worker of science of the RF
Shcherbakov A. A., Dr. Sci. (Biol.), Prof.
Yudakova O. I., Dr. Sci. (Biol.), Prof.

Editors:
Paranyushkina M. V., Goryaeva D. A.
Proof-reader: **Boyakova O. M.**
Computer make-up: **Kochetova N. A.**

Adresses of the editorial office:
Russia, Moscow, Leninskiy prospect, 30
Russia, Saratov, prospect Entuziastov, 43

Adresses for the mail service:
Russia, 115551, Moscow, p/o/b 66
Russia, 410039, Saratov, p/o/b 160

www.sced.ru, *e-mail:* ***info@sced.ru***

Тел.: (495) 666-29-30; (845-2) 921-901

Founder: "ALKOR" CJSC
Registration certificate PI № FS77-49015.

© "Scientific Life", 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ИНЖЕНЕРИЯ

Остриков В. В., Вязинкин В. С., Забродская А. В., Сафонов В. В., Венскайтис В. В. Повышение низкотемпературных характеристик дизельных топлив 6

Остриков В. В., Забродская А. В., Вязинкин В. С., Сафонов В. В., Сафонов К. В. Глубокая очистка работающего в двигателе моторного масла без его слива из картера двигателя 12

Остриков В. В., Забродская А. В., Вязинкин В. С., Сафонов В. В., Сафонов К. В., Хатунцев В. В. Организационно-технологическая модель контроля качества и замены моторного масла по фактическому состоянию 18

Демко А. Н., Панасюк А. Н., Орехов Г. И. Оценка эффективности работы тягово-приводного почвообрабатывающего агрегата 24

Карпов М. В., Савинов П. Е., Попов Д. В., Жумашева А. Х. Определение параметров ложечек высаживающего аппарата, работающего в жидкой среде 32

Суханова М. В., Забродин В. П., Суханов А. В. Смеситель-инкрустатор ecomix – устройство импульсного воздействия, исключающее травмирование семян при предпосевной обработке 38

АГРОНОМИЯ, ЛЕСНОЕ И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

Уланов А. К., Будажапов Л. В. Агрономические аспекты воспроизводства гумуса и стабилизации продуктивности каштановых почв в севооборотах сухой степи Бурятии 43

Киприянов Ф. А., Савиных П. А. Оценка динамики изменения сельскохозяйственной техники в хозяйствах Вологодской области 54

Рулева О. В., Овечко Н. Н. Высота растений как расчетный показатель при прогнозе развития подсолнечника в богарных агролесоландшафтах 60

Григорьев Ю. П., Белан И. А. Экологическое сортоиспытание среднеранних сортов яровой мягкой пшеницы в подтаежной зоне Омской области 69

Шадских В. А., Кижаева В. Е., Рассказова О. Л., Панченко Т. А. Почвозащитные особенности основной обработки почвы в звене орошаемого севооборота 77

Голованов А. И., Пчелкин В. В., Герасимов В. О., Кузина О. М. Взаимосвязь между плодородием почв и водным режимом при выращивании картофеля на дерново-подзолистых почвах 85

Шамгунов И. И., Степура А. В. Влияние предпосевной обработки микроволновым излучением на морфологию проростков пшеницы 95

Шишлова М. А., Шишлова Т. М., Быковская Н. В. Химико-экологическая оценка урбанизированных экосистем по содержанию цинка в окружающей среде 101

ВЕТЕРИНАРИЯ И ЗООТЕХНИЯ

Икоева Б. К. Морфологические показатели крови овец при использовании в кормлении разных форм йода 111

CONTENTS

ENGINEERING

Ostrikov V. V., Viazinkin V. S., Zabrodskaya A. V., Safonov V. V., Venskaytis V. V. Diesel fuels low-temperature characteristics uprating 6

Ostrikov V. V., Zabrodskaya A. V., Viazinkin V. S., Safonov V. V., Safonov K. V. Deep cleaning of the engine oil running in the engine without draining it from the crankcase 12

Ostrikov V. V., Zabrodskaya A. V., Viazinkin V. S., Safonov V. V., Safonov K. V., Khatuntsev V. V. Organizational and technological model of quality control and replacement of engine oil according to the actual state 18

Demko A. N., Orekhov G. I., Panasiuk A. N. Traction and drive tillage unit efficiency evaluation 24

Karpov M. V., Savinov P. E., Popov D. V., Zhumasheva A. Kh. Determining the parameters of the spoons for a planting apparatus operating in a liquid medium 32

Sukhanova M. V., Zabrodin V. P., Sukhanov A. V. Mixer-incrustator «ecomix» – pulse exposure device, excluding grain damage during pre-sowing treatment 38

AGRONOMY, FORESTRY AND WATER MANAGEMENT

Ulanov A. K., Budazhapov L. V. Agronomic aspects of humus reproduction and chestnut soils productivity stabilization in the dry-step crop rotations of buryatia 43

Kipriyanov F. A., Savinykh P. A. Assessment of the change dynamics in agricultural machinery at the farms of the vologda region 54

Ruleva O. V., Ovechko N. N. Plant height as a predictor of sunflower development on the rainfed agroforestry lands 60

Grigoryev Yu. P., Belan I. A. Environmental variety testing of spring soft wheat medium-early varieties in the subtaiga zone of the omsk region 69

Shadskikh V. A., Kizhaeva V. E., Rasskazova O. L., Panchenko T. A. Basic tillage soil protection features in the link of irrigated crop rotation 77

Golovanov A. I., Pchelkin V. V., Gerasimov V. O., Kuzina O. M. Relationship between the soil fertility and water regime when growing potatoes on sod-podzolic soils 85

Shamgunov I. I., Stepura A. V. Effect of presowing microwave radiation treatment on the morphology of wheat germs 95

Shishlova M. A., Bykovskaya N. V., Shishlova T. M. Chemical-ecological assessment of urbanized ecosystems for the content of zinc in the environment 101

VETERINARY AND ZOOTECHNY

Ikoeva B. K. Sheep blood morphological indicators from using various forms of iodine in feeding 111

УДК 665.753.4

ПОВЫШЕНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНЫХ ТОПЛИВ

В. В. ОСТРИКОВ, В. С. ВЯЗИНКИН, А. В. ЗАБРОДСКАЯ, В. В.САФОНОВ*, В. В. ВЕНСКАЙТИС*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов

****ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова», г. Саратов***

Реферат. Низкотемпературные характеристики дизельных топлив определяют эффективность работы техники в зимний период эксплуатации. При этом ежегодно при переходе с летних сортов на зимние, в силу известных объективных и субъективных причин, возникают проблемы с перебоями в работе топливной аппаратуры машин. Решение вопросов повышения низкотемпературных характеристик дизельных топлив может быть осуществлено путем применения специальных депрессорных присадок к топливам. Для реализации поставленных задач повышения низкотемпературных свойств топлив использовалось дизельное топливо с повышенной температурой помутнения и предельной температурой фильтруемости относительно требований ГОСТ. Определение значений параметров низкотемпературных характеристик проводилось в соответствии с методиками ГОСТ. В качестве добавок к топливам использовались допущенные к применению зарубежные и отечественные депрессорные присадки. Установлено, что внесение присадок Keropur, ДДП – антигель способствует снижению предельной температуры фильтруемости топлива. Температура помутнения топлива при этом практически не изменяется. Данные акты объясняются механизмом действия депрессорных присадок, заключающегося в изменении дисперсного состава парафиновых включений в топливе. Определено, что депрессорные присадки способствуют не только изменению низкотемпературных свойств, но и незначительно улучшают смазывающие, противоизносные свойства дизельных топлив. В результате исследований по оценке изменения диаметра пятна износа, проводимых на машине трения, установлено повышение противоизносных свойств топлив под действием депрессорных присадок. Использование депрессорных присадок в АПК позволит повысить эффективность работы техники, снизить перебои в работе топливной аппаратуры и в целом повысить эффективности использования техники в зимний период эксплуатации.

Ключевые слова: дизельное топливо, депрессорные присадки, температура помутнения, предельная температура фильтруемости, противоизносные свойства.

В сельскохозяйственном производстве принято круглогодичное использование тракторов и автомобилей, работающих в основном на дизельном топливе (ДТ). С учетом климатических особенностей на большей части страны с ноября по март температура окружающего воздуха опускается ниже –10 °С, что предусматривает перевод техники с летних на зимние сорта топлива. Переход с летних сортов на зимние чаще всего сопровождается рядом проблем, связанных и с финансовой несостоятельностью хозяйств, и с отсутствием в этот период востребованных сортов топлив, и с остаточными запасами топлив летних сортов, имеющих неудовлетворительные для межсезонья низкотемпературные характеристики.

Еще один важный фактор современной действительности – коммерциализация торговли нефтепродуктами, когда в силу ограниченных финансовых возможностей сельхозпредприятия приобретают дешевое некачественное зимнее топливо у мелких снабжающих фирм и организации.

Все это, в конечном итоге, приводит к отрицательным последствиям, когда тракторы и автомобили в зимнее время года не могут начать работать, так как двигатель не запускается или в определенных условиях останавливается из-за прекращения подачи топлива и отказа работы топливных фильтров.

Как известно, низкотемпературные свойства ДТ характеризуют такие показатели, как температура помутнения $t_п$, предельная температура фильтруемости $t_ф$ и температура застывания $t_з$, °С [1]. Для обеспечения требуемых характеристик зимние топлива получают изменением технологического процесса перегонки нефти, что, как правило, связано со снижением выхода продукта. Поэтому производители зимнего ДТ для сокращения технологических потерь производства и улучшения низкотемпературных свойств топлива используют депрессорные присадки (ДП), вводимые в десятых долях процента. Добавка ДП позволяет снизить предельную $t_ф$ топлива на 5…10 °С, при этом $t_п$, как правило, не изменяется. Этот факт объясняется сложным механизмом действия ДП, заключающимся в изменении структуры кристаллизующихся парафинов. Уменьшается их дисперсность, при этом общее количество парафинов в топливе не снижается [1, 2].

В сельскохозяйственном производстве нередки случаи, когда для повышения низкотемпературных свойств топлив производят смешивание летних сортов ДТ с бензином или керосином, что в зависимости от концентрации разбавления может вызывать повышенный износ деталей двигателя и топливной аппаратуры.

Обсуждение результатов исследований. По результатам исследований низкотемпературных свойств ДТ, хранящихся на нефтескладах хозяйств Липецкой. Воронежской, Тамбовской и Саратовской областей, установлено, что более 40% топлив не отвечают по заявленным свойствам требованиям, предъявляемым ГОСТ 32511-2013 к зимним сортам. В основном это касается несоответствия фактического значения $t_п$, $t_ф$, $t_з$ нормам ГОСТ. В большинстве случаев $t_п$ отличается на 5–10 °С от обозначенной в сопроводительных документах, предельная $t_ф$ на 8–12 ºС [3–5].

В настоящее время имеется ряд известных мировых и отечественных производителей ДП к ДТ. Из общего перечня рассмотренных присадок для исследования выбраны пять, исходя из принципа минимума затрат и максимума эффекта, заявленных производителями.

Для проведения исследований и оценки изменения свойств ДТ под действием ДП за базовую основу взяты два вида топлива ДТ1 и ДТ2 (табл. 1). Топлива отобраны на нефтескладах сельскохозяйственных предприятий Тамбовской области.

Оба образца можно условно отнести к летним сортам топлива с удовлетворительными эксплуатационными характеристиками и невысокими низкотемпературными свойствами. В топлива вносили ДП следующих марок: Keropur DP604T, Keroflux 3501, Jnfineum R442M, Difron 3319

и ДДП-антигель. Концентрация ДП и температура топлива соответствовала рекомендациям изготовителей. В таблице 2 приведены значения $t_п$ и температуры застывания $t_з$ топлива после внесения в них ДП.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики дизельных топлив

Показатели	ДТ1	ДТ2
Кинематическая вязкость при 20 ºС, мм²/с	3,7	3,5
Плотность при 20 ºС, кг/м³	835	830
Температура вспышки, ºС	64	67
Температура помутнения, °С	–8	–10
Предельная температура фильтруемости, °С	–12	–16
Содержание механических примесей, %	отс	отс
Содержание воды, %	отс	отс

Таблица 2 – Изменение температуры помутнения и температуры застывания дизельных топлив под действием депрессорных присадок

Показатель	Исходный образец	Keropur DP604T	Keroflux 3501	Infineum R442M	Difron 3319	ДДП-антигель
ДТ1						
Температура помутнения, ºС	–8	–10	–11	– 11	–12	–12
Температура застывания, °С	–20	–22	–23	–20	–21	–23
ДТ2						
Температура помутнения, ºС	–10	–10	–11	–10	–10	–11
Температура застывания, °С	–26	–28	–29	–29	–30	–30

Как известно, ДП в меньшей степени влияют на $t_п$ и в большей степени на $t_ф$. При этом обычно $t_з < t_ф < t_п$. В условиях эксплуатации $t_ф$ даже более значима, чем $t_з$. Изменение предельной $t_ф$ под воздействием ДП представлено в таблице 3. После добавления рекомендуемых концентраций ДП предельная $t_ф$ изменилась в среднем на 6...9 ºС, что дает возможность использовать ДТ1 и ДТ2 при более низких температурах окружающей среды, нежели исходное топливо.

Помимо оценки низкотемпературных свойств проводились исследования по оценке смазывающей способности топлив, определяемой по диаметру *d,* мм, пятна износа на четырехшариковой машине трения при температуре 20 и 60 °С (табл. 4). И у первого и у второго топлива после внесения ДП противоизносные свойства незначительно повышаются. Данный факт можно объяснить реологическими свойствами депрессорных присадок.

Таблица 3 – Изменение предельной температуры фильтруемости топлив под действием депрессорных присадок

Топливо	Исходный образец, °С	Keropur DP604T, °С	Keroflux 3501, С	Infineum R442M, °С	Difron 3319, °С	ДДП-антигель, °С
ДТ1	–10	–17	–17	–19	–18	–19
ДТ2	–16	–22	–24	–23	–22	–24

Таблица 4 – Изменение противоизносных свойств топлива

Температура, °С	Исходный образец	Keropur DP604T	Keroflux 3501	Miriam R442M	Difron 3319	ДДП-антигель
ДТ1, d,мм						
20	0,40	0,38	0,38	0,37	0,38	0,38
60	0,48	0,39	0,40	0,40	0,42	0,42
ДТ2, d, мм						
20	0,41	0,40	0,39	0,38	0,38	0,37
60	0,47	0,46	0,45	0,46	0,45	0,42

Вывод

Таким образом, проведенные исследования показали эффективность применения ДП для улучшения низкотемпературных свойств ДТ, используемого сельхозпредприятиями в зимнее время. В то же время следует учитывать, что действие ДП заключается в изменение формы и размера кристаллов парафинов, формирующихся при понижении температуры ДТ, что позволяет получить топливо гораздо более устойчивое к низким температурам. Количество же парафинов в топливе остается неизменным. Задача применения подобных добавок – снизить предельную температуру фильтруемости на несколько градусов ниже температуры окружающей среды для избежания отказов топливной аппаратуры и закупоривания фильтров, что само по себе играет важную роль в условиях зимней эксплуатации техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Школьников В. М. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. – М : Химия. – 1989. – 432 с.
2. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости : учеб. пособие / В. В. Остриков, А. П. Уханов, К. У. Сафаров, С. А. Нагорнов, О. А. Клейменов, В. Д. Прохоренков. – Ульяновск : Ульяновская ГСА, 2009. – 575 с.
3. Остриков В. В., Уразгалеев Т. К., Бектилевов А. Ю. Улучшение свойств дизельного топлива в процессе его очистки // Materiały VIII Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji «Naukowa myśl informacyjnej powieki – 2012». – Vol. 27. – Rolnictwo : Przemyśl. Nauka i studia. – 15–19 str.
4. Остриков В. В., Корнев А. Ю., Бектилевов А. Ю. Повышение эксплуатационных свойств дизельного

топлива // Техника и оборудование для села. – 2012. – № 6. – С. 12–13.
5. Остриков В. В., Зимин А. Г., Шихалев И. Н., Бектилевов А. Ю. Улучшение низкотемпературных свойств дизельного топлива присадками // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. – № 4. – С. 30–32.

***Остриков Валерий Васильевич**, д-р техн. наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»: Россия, 392022, г. Тамбов, Переулок Ново-Рубежный, 28.*

***Вязинкин Виктор Сергеевич**, науч. сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»: Россия, 392022, г. Тамбов, Переулок Ново-Рубежный, 28.*

***Забродская Алла Владимировна**, науч. сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»: Россия, 392022, г. Тамбов, Переулок Ново-Рубежный, 28.*

***Сафонов Валентин Владимирович**, д-р техн. наук, профессор кафедры «Техническое обеспечение АПК», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»: Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.*

***Венскайтис Вадим Викторович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Техническое обеспечение АПК» ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»: Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.*

Тел.: (475-2) 44-65-36
E-mail: viitinlab8@bk.ru

DIESEL FUELS LOW-TEMPERATURE CHARACTERISTICS UPRATING

***Ostrikov Valeriy Vasilyevich**, Dr. of Tech. Sci., Head of Laboratory, Russian National Research Institute for Using Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia.*

***Viazinkin Viktor Sergeevich**, researcher, Russian National Research Institute for Using Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia.*

***Zabrodskaya Alla Vladimirovna**, researcher, Russian National Research Institute for Using Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia.*

***Safonov Valentin Vladimirovich**, Dr. of Tech. Sci., Prof., Saratov State Vavilov Agrarian University, Saratov, Russia.*

***Venskaytis Vadim Viktorovich**, Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof., Saratov State Vavilov Agrarian University, Saratov, Russia.*

***Keywords:** diesel fuel, depressant additives, cloud point temperature, filterability limit temperature, anti-wear properties.*

***Abstract**. Low-temperature characteristics of diesel fuels determine the machinery efficiency in winter. At the same time, when switching from summer to winter oil brands, due to known objective and subjective reasons, there are problems caused by interruptions in the fuel equipment operation. The solution of the problems of increasing the diesel fuels low-temperature characteristics can be achieved by applying special depressant additives to fuels. To realize the tasks of raising the low-temperature properties of fuels, diesel fuel was used with an increased cloud point temperature and the limiting filterability temperature with respect to the GOST requirements. Determination of the low-temperature characteristics' parameters was carried out in accordance with the GOST methods. As admixtures to fuels, foreign and domestic approved depressor additives were used. It has been established that the addition of "Keropur" additive and "DDP – antigel" helps to reduce the limiting temperature of the filterability of the fuel. The cloud point of the fuel is practically unchanged. These acts are explained by the mechanism of depressant additives action, which entails in changing the dispersed composition of paraffin inclusions in fuel. It is determined that depressant additives contribute not*

only to changes in low-temperature properties, but also slightly improve the lubricating, anti-wear properties of diesel fuels. As a result of studies on the evaluation of the change in the wear spot diameter carried out on the friction machine, an increase in the anti-wear properties of fuels under the influence of depressant additives has been established. The use of depressant additives in the agro-industrial sector will improve the efficiency of the machinery, reduce the interruptions in the operation of fuel equipment and, in general, improve the efficiency of the use of equipment during the winter operation.

REFERENCES

1. Shkolnikov V.M. Fuel, lubricants and technical fluids. – M.: Chemistry. – 1989. – 432 p.

2. Fuel, Lubricants and Technical Fluids: Textbook. allowance / V.V. Ostrikov, A.P. Ukhanov, K.U. Safarov, S.A. Nagornov, O.A. Kleimenov, V.D. Prokhorenkov. – Ulyanovsk: Ulyanovsk GAW, 2009. – 575 p.

3. Ostrikov V.V., Urazgaleev T.K., Bektilevov A. Yu. Improving the properties of diesel fuel in the process of its purification// Materiały VIII Międzynarodowej naukowi-praktycznej konferencji "Naukowa myśl informacyjnej powieki – 2012". – Vol. 27. – Rolnictwo : Przemyśl. Nauka i studia. – 15–19 str.

4. Ostrikov V.V., Kornev A. Yu., Bektilevov A. Yu. Improving the operational properties of diesel fuel // Engineering and equipment for the village. – 2012. – No. 6. – P. 12–13.

5. Ostrikov V.V., Zimin A.G., Shikhalev I.N., Bektilevov A. Yu. Improvement of low-temperature properties of diesel fuel with additives // Mechanization and electrification of agriculture. – 2013. – No. 4. – P. 30–32.

УДК 621.892

ГЛУБОКАЯ ОЧИСТКА РАБОТАЮЩЕГО В ДВИГАТЕЛЕ МОТОРНОГО МАСЛА БЕЗ ЕГО СЛИВА ИЗ КАРТЕРА ДВИГАТЕЛЯ

В. В. ОСТРИКОВ, А. В. ЗАБРОДСКАЯ, В. С. ВЯЗИНКИН, В. В. САФОНОВ*, К. В. САФОНОВ*

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов

****ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова», г. Саратов***

Реферат. В процессе работы моторного масла в двигателе внутреннего сгорания в нем накапливаются смолы, асфальтены, карбены, карбоиды, что ограничивает срок службы масла, интенсифицирует износ деталей цилиндро-поршневой группы. Продукты окисления присутствующие в моторных маслах, сосредоточены в дисперсном диапазоне 0,1–1,0 мкм и удалить их из работающего масла не представляется возможным. Для решения задач удаления продуктов старения из работающих моторных масел без их слива из картера двигателя предложено воздействовать на загрязнения моноэтаноламином в смеси с изопропанолом, что позволяет укрупнять растворенные примеси до размеров, легко удаляемых встроенными в систему смазки средствами очистки. Установлено, что внесение данных коагулянтов в моторное масло М-10ДМ при температуре 80 ºС и частоте вращения ротора центрифуги равное 4000 об/мин в течение 15 мин позволяет снизить содержание нерастворимого осадка в работавшем в двигателе масле с 0,71 до 0,02%. В результате экспериментальной оценки технологического процесса глубокой очистки работающего в полноразмерном двигателе трактора МТЗ – 1221 установлено, что внесение в масло коагулянтов способствует укрупнению и удалению продуктов старения. После 25 минут работы двигателя определено то, что цвет масла изменился с 8 баллов до 4 баллов в единицах ЦНТ. Последующая эксплуатация трактора в обычном режиме позволила констатировать факт увеличения срока службы масла до замены на 25 … 30%. Разработанный технологический процесс глубокой очистки работающих моторных масел без их слива из картера двигателя позволяет снизить затраты на эксплуатацию техники в АПК и увеличить ее межремонтный ресурс.

Ключевые слова: моторное масло, удаление продуктов старения, моноэтаноламин, изопропанол, коагуляция, двигатель.

Моторное масло в процессе работы в двигателях тракторов, особенно изношенной техники претерпевает значительные изменения [1].

В процессе наработки трактора в моторных маслах накапливаются смолы, асфальтены, карбены, карбоиды под воздействием которых в масляных каналах и на поверхностях деталей цилиндро-поршневой группы образуются отложения, снижающие эффективность работы двигателя и увеличивающие износ его деталей.

Кроме того, продукты сгорания топлива способствуют интенсификации процесса старения масла, снижению сроков его службы даже при периодическом доливе израсходованной части масла [2].

Существующие способы и встроенные в систему смазки средства очистки моторного масла не позволяют удалять из него вместе с механическими примесями растворенные продукты окисления.

Способы глубокой очистки отработанных моторных масел с использованием разделяющих агентов в специальных установках [3, 4] не могут быть использованы для очистки работающих в двигателях масел по ряду причин:

– работающие моторные масла по сравнению с отработанными содержат значительное количество моюще-диспергирующих присадок, что снижает эффективность коагуляции примесей и их удаление;

– известные способы очистки проводятся, как правило, при высоких температурах, а это приводит к интенсификации процесса окислительной полимеризации масла;

– использование известных разделяющих агентов, применяемых для очистки отработанных масел, не может быть перенесено в работающий двигатель в силу специфических особенностей химических препаратов;

– практически во всех известных стационарных средствах очистки используются центрифуги, имеющие более высокую частоту вращения по сравнению с тракторными центрифугами, что существенно влияет на качество процесса удаления примесей и смол.

Для обеспечения требуемого качества очистки работающего в двигателе масла необходимо обеспечить укрупнение частиц смол и продуктов окисления масла, находящихся в размерном диапазоне 0,1–1,0 мкм до частиц размером более 20 мкм. Для этого необходимо в первую очередь определить наиболее эффективный разделяющий агент (коагулянт).

При этом процесс коагуляции примесей должен проходить в краткосрочном режиме при температуре масла не выше 100 ºС, что возможно только в тонком слое на поверхностях деталей цилиндро-поршневой группы. Температура масла в картере двигателя не должна опускаться ниже 70 ºС.

Ранее проведенными исследованиями по разработке технологии продления сроков службы моторных масел путем их очистки без слива из картера двигателя установлено, что всем выше указанным требованиям может отвечать водный раствор карбамида, способный укрупнять мелкодисперсные примеси с последующим их осаждением в роторе тракторных центрифуг [5].

Однако как показала практика использования данной технологии, в масле могут оставаться продукты перекристаллизации карбамида, способные оседать в масляных каналах.

Вторым важным фактором, осложняющим процесс очистки, является значительное содержание моюще-диспергирующих присадок в работающем моторном масле замедляющих процесс коагуляции вредных примесей.

При проведении предварительных лабораторных экспериментальных исследований по выбору разделяющего агента установлено, что аналогичными карбамиду свойствами обладает моноэтаноламин, представляющий собой вязкую прозрачную жидкость. В качестве вещества кратковременно «ослабляющего» действие моюще-диспергирующих присадок в масле может быть использовать изопропиловый спирт.

Для проверки наших предположений провели исследования в два этапа. На первом этапе в лабораторных условиях провели физико-химический анализ масла моторного М-10ДМ, слитого из картера двигателя Д-240 после наработки 120 мото-ч. Далее в масло вносили моноэтаноламин и изопропанол в концентрациях 1…3 % масс. при температуре 80 ºС. После чего масло нагревали до температуры 90 ºС и центрифугировали в течение 15 мин на лабораторной центрифуге ОПн-8УХЛ42 при частоте вращения 4000 об/мин.

Параллельно проводили очистку масла согласно известному способу [6]. Установлено, что внесение % масс. моноэтаноламина и 2% изопропанола позволяет укрупнять частицы с 0,1…1 мкм до значений 15…20 мкм.

В таблице 1 представлены результаты физико – химического анализа моторного масла М-10ДМ до и после операций очистки.

Их анализ показал, что содержание смол и примесей во втором случае, при использовании в качестве разделяющего агента смеси моноэтаноламина и изопропанола в 5 раз меньше и цвет на 1,5 балла ниже по сравнению с первым вариантом, где в качестве разделяющего агента использовали карбамид.

Таблица 1 – Физико-химические характеристики моторного масла до и после очистки

Показатели	Масло М-10ДМ после 100 часов наработки	Очищенное с использованием карбамида	Очищенное с использованием моноэтаноламина и изопропанола
Вязкость кинематическая при температуре 100 ˚С, мм^2/с	10,8	10,3	9,8
Щелочное число, мг КОН/г	4,1	3,5	3,9
Кислотное число, мг КОН/г	2,1	1,5	0,85
Содержание нерастворимого осадка, %	0,71	0,11	0,02
Цвет, балл, ед. ЦНТ	8	6	4,5

Однако исследования, проведенные в лабораторных условиях, не позволяют точно моделировать процесс очистки моторного масла, происходящим в работающем двигателе.

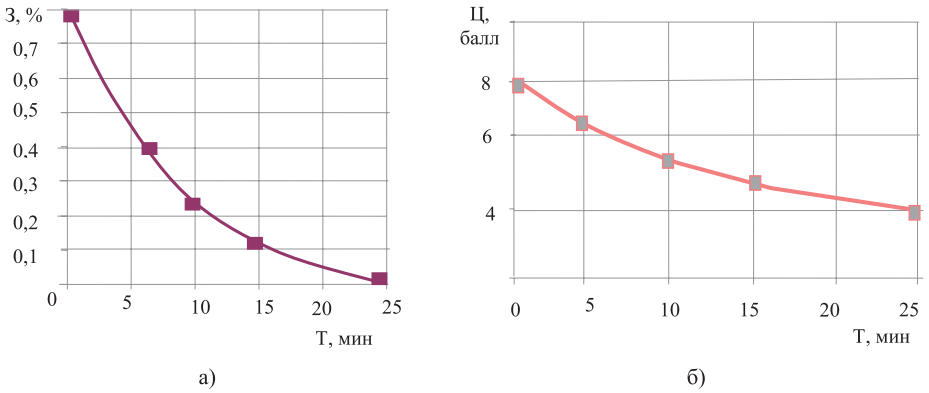
В связи с этим на втором этапе исследований эффективность работы смеси определяли на двигателе Д-240 трактора МТЗ-1221, работающего в условиях сельскохозяйственного производства.

Перед началом проведения испытаний проводили физико-химический анализ работавшего в двигателе Д-240 масла М-10ДМ. В результате установлено, что вязкость масла на начало испытаний составляла 11,5 мм^2/с,

щелочное число 3,8 мг КОН/г, кислотное число 2,18 мг КОН/г, содержание нерастворимого осадка в масле равнялось 0,80%.

Технологический процесс очистки заключался в следующем. Двигатель заводили и он работал пока температура масла в картере поднимется до 70 ºС. Далее через заливную горловину в картер не работающего двигателя заливали смесь моноэтаноламина 2% масс. и 2% изопропанола. Двигатель запускался и работал на холостых оборотах в течение 15 минут. После чего, с помощью щупа доставали капельную пробу масла и помещали на фильтровальную бумагу. Через каждые 5 минут по масляному пятну оценивали характер процесса коагуляции загрязнений [7].

После 15 минут работы двигателя увеличивали его обороты до 1300…1400 об/мин. и удерживали их в течение 25 минут. Через каждые 5 минут из картера отбирали пробу масла для анализа содержания загрязнений (нерастворимого осадка) и цвета. На рисунке 1 представлены результаты измерений загрязненности (З) и цвета масла (Ц).



а) б)

Рисунок 1. Зависимость содержания загрязненности (а) и цвета масла (б) от времени работы двигателя

Анализ представленных на рисунке 1 кривых показывает, что загрязненность масла за 20…25 минут работы двигателя изменилось с 0,8% до 0,01%, цвет масла с черного поменялся на красно-желтый, что говорит об эффективности предлагаемой технологии очистки.

После завершения процесса очистки масла данным способом, двигатель останавливали, разбирали и удаляли отложения с ротора центрифуги. Результаты взвешивания массы осадка, образующегося на роторе центрифуге после 25 мин работы двигателя, показали его увеличение в 2 раза по сравнению с работой двигателя в обычных условиях эксплуатации за 150…200 мото-ч.

Использование предлагаемой технологии очистки работающего в двигателе моторного масла способствует увеличению его срока службы на 25…30%.

Выводы

Обобщая результаты исследований можно сделать вывод о высокой эффективности использования разработанного технологического приема очистки работающего в двигателе моторного масла, позволяющего сни-

зить затраты на эксплуатацию техники и продлить срок службы масла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев М. А., Бунаков Б. М., Долецкий В. А. Качество моторного масла и надежность двигателей. – М. : Издательство стандартов. – 1981. – 232 с.
2. Лышко Г. П. Топливо и смазочные материалы. – М. : Агропромиздат. – 1985. – 336 с.
3. Шишкин П. И., Брай И. В. Регенерация отработанных нефтяных масел. – М. : Химия. – 1970. – 304 с.
4. Коваленко В. П. Загрязнения и очистка нефтяных масел. – М. : Химия. – 1978. – 302 с.
5. Остриков В. В. Повышение эффективности использования смазочных материалов путем разработки и совершенствования методов, технологий и технических средств : дисс. д-ра техн. наук. – Тамбов : ВИИТиН, 2000. – 560 с.
6. Остриков В. В., Корнев А. Ю., Попов С. Ю., Шихалев И. Н. Патент РФ № 2554357. Способ очистки отработанного масла. МПК C10M 175/02(2006.01), опубл. 27.06.2015. Бюл. № 18.
7. ГОСТ 20284-74. Нефтепродукты. Метод определения цвета на калориметре ЦНТ. – М. : Издательство стандартов, 1974. – 3 с.

Остриков Валерий Васильевич, *д-р техн. наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»: Россия, 392022, г. Тамбов, Переулок Ново-Рубежный, 28.*

Забродская Алла Владимировна, *науч. сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»: Россия, 392022, г. Тамбов, Переулок Ново-Рубежный, 28.*

Вязинкин Виктор Сергеевич, *науч. сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»: Россия, 392022, г. Тамбов, Переулок Ново-Рубежный, 28.*

Сафонов Валентин Владимирович, *д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Технический сервис и технология конструкционных материалов», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»: Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.*

Сафонов Константин Валентинович, *ст. преп. кафедры «Технический сервис и технология конструкционных материалов», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»: Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.*

Тел.: (475-2) 44-65-36
E-mail: viitinlab8@bk.ru

DEEP CLEANING OF THE ENGINE OIL RUNNING IN THE ENGINE WITHOUT DRAINING IT FROM THE CRANKCASE

Ostrikov Valeriy Vasilyevich, *Dr. of Tech. Sci., Head of Laboratory, Russian National Research Institute for Using Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia.*

Zabrodskaya Alla Vladimirovna*, researcher, Russian National Research Institute for Using Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia.*

Viazinkin Viktor Sergeevich*, researcher, Russian National Research Institute for Using Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia.*

Safonov Valentin Vladimirovich*, Dr. of Tech. Sci., Prof., Head of Chair, Saratov State Vavilov Agrarian University, Saratov, Russia.*

Safonov Konstantin Valentinovich*, senior lecturer, Saratov State Vavilov Agrarian University, Saratov, Russia.*

Keywords: *motor oil, removal of aging products, monoethanolamine, isopropanol, coagulation, engine.*

Abstract. In the process of engine oil in the internal combustion engine, resin, asphaltenes, carbenes, carboides accumulate in it, which limits the service life of the oil and intensifies the wear of the cylinder-piston group parts. Oxidation products present in engine oils are concentrated in the dispersed range of 0.1–1.0 μm and can not be removed from the operating oil. To solve the problems of removing aging products from running engine oils without draining them from the crankcase of the engine, it is suggested to work on the contamination with monoethanolamine in a mixture with isopropanol, which allows to enlarge the dissolved impurities to the sizes that are easily removed by the cleaning means built into the lubrication system. It was found that introduction of these coagulants into M-10DM engine oil at a temperature of 80 °C and a centrifuge rotor speed of 4000 rpm for 15 min allows reducing the insoluble sediment content in the engine oil from 0.71 to 0.02%. As a result of the experimental evaluation of the deep cleaning technological process of the "MTZ-1221" tractor operating in the full-size engine, it is established that introducing coagulants into the oil promotes the agglomeration and removal of aging products. After 25 minutes of engine operation, it was determined that the oil color changed from 8 points to 4 points in CNT units. Subsequent operation of the tractor in normal mode allowed us to state the fact of an increase in the service life of the oil before replacement by 25...30%. The developed technological process of deep cleaning of working motor oils without their drainage from the crankcase of the engine allows to reduce the costs for the operation of machinery in the agro-industrial sector and to increase its overhaul period.

REFERENCES

1. Grigoriev M.A., Bunakov B.M., Doletsky V.A. Quality of engine oil and reliability of engines. – M.: Publishing house of standards. – 1981. – 232 p.

2. Lyshko G.P. Fuel and Lubricants. – M.: Agropromizdat. – 1985. – 336 p.

3. Shishkin P.I., Brai I.V. Regeneration of used oil oils. – M.: Chemistry. – 1970. – 304 p.

4. Kovalenko V.P. Pollution and cleaning of petroleum oils. – M.: Chemistry. – 1978. – 302 p.

5. Ostrikov V.V. Increase in the efficiency of the use of lubricants by developing and improving methods, technologies and technical means: diss. Dr. Tech. sciences. – Tambov: VIITiN, 2000. – 560 p.

6. Ostrikov V. V., Kornev A. Yu., Popov S. Yu., Shikhalev I. N. Patent of the Russian Federation No. 2554357. Method for purification of waste oil. IPC S10M 175/02 (2006.01), publ. 06/27/2015. Bul. No. 18.

7. GOST 20284-74. Petroleum products. The method of determining the color on the calorimeter of CNT. – M.: Publishing house of standards, 1974. – 3 p.

УДК 621.892

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА И ЗАМЕНЫ МОТОРНОГО МАСЛА ПО ФАКТИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ

В. В. ОСТРИКОВ, А. В. ЗАБРОДСКАЯ, В. С. ВЯЗИНКИН, В. В. САФОНОВ*, К. В. САФОНОВ*, В. В. ХАТУНЦЕВ**

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов

****ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова», г. Саратов***

*****ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет», г. Мичуринск***

Реферат. От качества и свойств используемых моторных масел зависит надежность и долговечность сельскохозяйственной техники. Из-за неудовлетворительного состояния нефтескладов, отсутствия элементарных средств контроля качества более 15 процентов моторных масел имеют отклонения от требований стандартов, что снижает срок службы двигателей тракторов и увеличивает затраты на их эксплуатацию и ремонт. Решение вопросов повышения эффективности использования смазочных материалов и надежности работы сельскохозяйственной техники может быть обеспечено внедрением в АПК организационно-технологической модели экспресс-контроля качества масел и замены их по фактическому состоянию. На основании имеющейся проблемы разработана экспресс-лаборатория контроля вязкости, щелочного числа, содержания воды, приобретаемых и хранящихся в сельхозпредприятии моторных масел. Предложена схема оперативного контроля основных физико-химических характеристик масел в условиях сельскохозяйственного производства. На основании опыта многолетних исследований рассмотрена и оценена технологическая модель замены моторных масел не по наработке, а по их фактическому состоянию. Ее реализация заключается в периодическом контроле вязкости, загрязненности и щелочного числа, работающего в двигателе моторного масла. Для упрощения обработки результатов анализа разработана компьютерная программа обработки данных, адаптированная к любому персональному компьютеру, смартфону. Разработанная организационно-технологическая модель контроля качества товарных масел и замены работающих масел по фактическому состоянию на основании анализа результатов экспресс-контроля основных характеристик позволит снизить количество аварийных выходов из строя техники по причине недоброкачественности масел, продлить срок службы двигателей, снизить затраты на эксплуатацию и ремонт сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: моторное масло, экспресс-анализ, контроль качества, фактическое состояние, замена.

Как известно от качества используемых моторных масел во многом зависит надежность работы сельскохозяйственной техники, срок ее службы и затраты на эксплуатацию и ремонт [1, 2].

По данным Минсельхоза и ряда ведущих НИИ, занятых мониторингом состояния используемых в АПК нефтепродуктов процент недоброкачественных масел уменьшается [3].

Данные факты объясняются активизацией деятельности контролирующих органов, модернизацией нефтеперерабатывающей отрасли, уменьшением доли недобросовестных поставщиков на рынке реализации и поставок нефтепродуктов.

Вместе с тем низкая техническая оснащенность нефтескладов и пунктов заправки сельхозпредприятий, отсутствие должного контроля за состоянием резервуарного парка и его современным обслуживанием приводит к снижению качества смазочных материалов [4, 5].

В маслах в процессе хранения могут накапливаться продукты окисления, механические примеси и вода, что увеличивает износ деталей двигателей тракторов и комбайнов, а в некоторых случаях приводит к аварийному выходу из строя техники [5].

Анализ состояния хранящихся на нефтескладах сельхозпредприятий Тамбовской, Воронежской, Липецкой областей моторных масел М-10$Г_2$, М-10$Г_{2к}$, М-10ДМ показал, что 15–20% из них имели повышенное содержание механических примесей и воды, 10–15% не соответствовали требованиям нормативно – технической документации по щелочному числу и 5–8% по вязкости кинематической.

У 95% предприятий отсутствовало элементарное оборудование для контроля качества нефтепродуктов [6].

Обсуждение результатов

Решение вопросов повышения эффективности использования смазочных материалов и надежности работы сельскохозяйственной техники может быть обеспечено внедрением на сельскохозяйственных предприятиях АПК организационно-технологической модели контроля качества масел с использованием экспресс-методов контроля основных физико-химических характеристик.

Специалистами ФГБНУ ВНИИТиН при участи ученых Саратовского ГАУ им. Н. И. Вавилова, Мичуринского ГАУ разработана экспресс-лаборатория контроля качества масел для сельхозпредприятий АПК, позволяющая определить щелочное число масла, его загрязненность, содержание воды и вязкость. Применение лаборатории не требует высокого уровня квалификации исполнителей, а затраты на ее приобретение не превышают стоимости 100 литров моторного масла.

На основании данной разработки сформирована организационно-технологическая модель приобретения и использования смазочных моторных масел (рисунок 1), позволяющая снизить риск приобретения недоброкачественных масел, повысить эффективность использования сельскохозяйственной техники на 20–25%, уменьшить затраты на эксплуатацию и ремонт машин на 25–30%, проводить замену масел по фактическому состоянию.

На первом этапе в соответствии с данной моделью анализ проводится непосредственно на момент слива масла из транспортного средства поставщика для подтверждения соответствия показателя щелочного числа (косвенный показатель содержания присадок), вязкости, содержания воды сопроводительному документу – сертификату качества.

Отбор пробы масла и анализ показателей осуществляет оператор-заправщик нефтесклада. Полученные данные заносятся в журнал наблюдений с представлением информации ответственному специалисту – инженеру-механику.

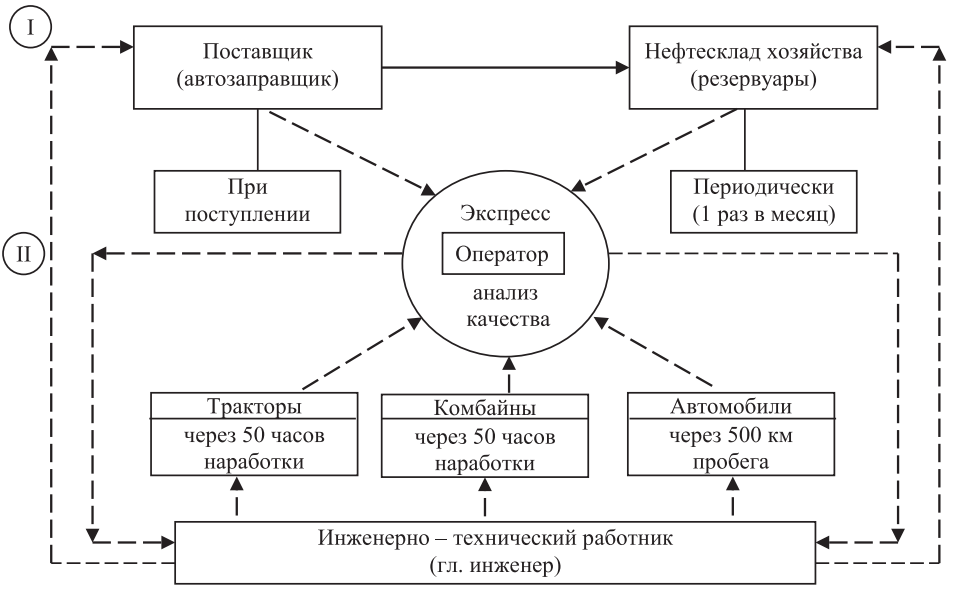


Рисунок 1. Организационно-технологическая схема экспресс-анализа качества масел в сельскохозяйственном предприятии

В процессе хранения масла один раз в месяц проводится отбор пробы 100 мл из верхней и 100 мл нижней части емкости, резервуара и осуществляется анализ по тем же показателям. При отклонении более чем на 10% по одному из трех показателей отпуск масла, заправка техники приостанавливается для принятия решения инженерно-технической службой хозяйства о целесообразности использования, мерах предотвращения ухудшения качества, определения направления использования – очистка, перевод в другую категорию.

Наиболее важным и принципиальным является второй этап внедрения организационно-технологической модели контроля качества работающих в двигателях машин моторных масел.

Как известно, в настоящее время замену масла в тракторах проводят в соответствии с наработкой в моточасах, рекомендованную заводом-изготовителем. При этом не учитывается техническое состояние машины, нагрузочные режимы, качество используемого дизельного топлива и т. д.

Данные факты приводят к тому, что масло либо сливают, когда оно еще обладает запасом высоких эксплуатационных свойств и является работоспособным, либо масло не пригодно к использованию и вызывает износ деталей, но не достигло граничного значения по наработке и продолжает использоваться.

Второй вариант в силу известных объективных и субъективных причин встречается гораздо чаще, тем самым снижая работоспособность техники и увеличивая затраты на ее эксплуатацию и ремонт.

Обеспечить снижение имеющих место проблем позволяет внедрение второй части организационно-технологической модели.

Ее реализация заключается в периодическом контроле показателей вязкости, загрязненности и щелочного числа работающего в двигателе моторного масла.

Моторное масло перед заправкой в двигатель анализируется по вышеперечисленным показателям. Полученные данные заносятся в специальную таблицу, где указывается дата заправки, исходные показатели масла, его марка, наработка двигателя от последнего ремонта.

Далее через каждые 50 ч работы машины из картера двигателя при помощи специального щупа отбирается проба масла объемом 5 мл и посредством оборудования, входящего в состав экспресс-лаборатории, определяется динамика изменения щелочного числа, загрязненности масла смолами, асфальтенами, вязкости кинематической. Полученные значения сравниваются с известными закономерностями изменения характеристик и определяется прогнозируемое время замены масла.

Оценка качества, обработка данных экспресс-анализа для прогнозирования сроков замены масел может быть затруднена для механических расчетов. Учитывая данный факт разработана программа контроля качества масел OilXPlab, значительно облегчающая труд оператора, инженерно-технического работника, принимающего решение. На рисунке 2 изображена блок-схема программы контроля качества масел для их замены по фактическому состоянию.

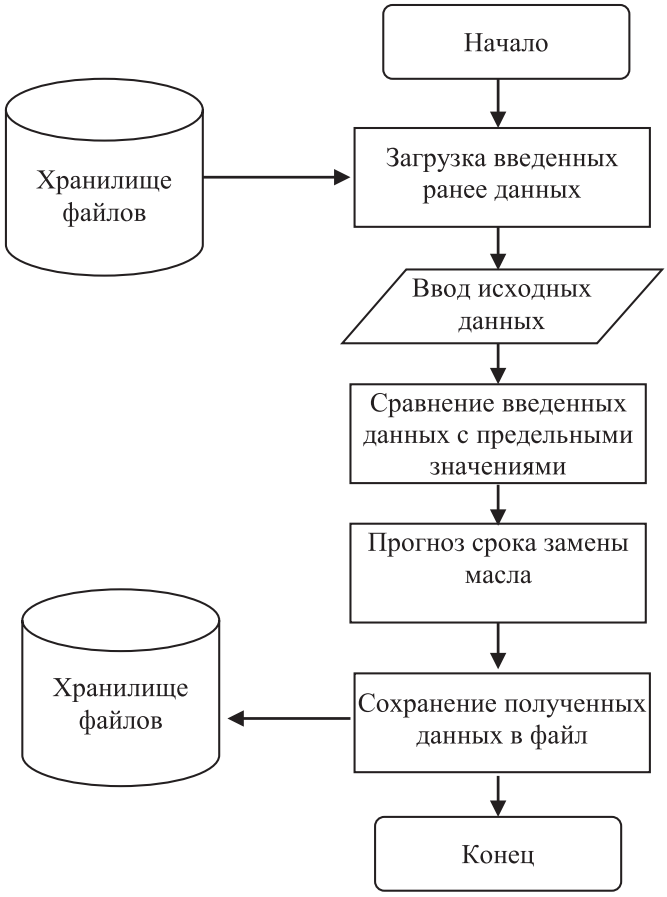


Рисунок 2. Блок-схема программы контроля качества моторных масел

Программа совместима с операционной системой Windows, что дает возможность ее использования в карманных персональных компьютерах и смартфонах.

Вывод

Разработанная организационно-технологическая модель контроля качества товарных масел и замена работающих масел по фактическому состоянию на основании анализа результатов экспресс-контроля основных характеристик позволит снизить количество аварийных выходов из строя техники по причине недоброкачественности масел, продлить срок службы двигателей, снизить затраты на эксплуатацию и ремонт сельскохозяйственной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Григорьев М. А., Долецкий В. А., Бунаков Б. М. Качество моторного масла и надежность двигателей. – М. : Издательство стандартов, 1981. – 232 с.
2. Итинская Н. И., Кузнецов Н. А., Быстрицкая А. П. Экономное использование нефтепродуктов. – М. : Колос. – 1984. – 175 с.
3. Остриков В. В. Проблемы качества и повышения эффективности использования нефтепродуктов в АПК // мат. XIX Междунар. науч.-практ. конференции. – Тамбов : Изд-во Першина Р.В, 2017. – С. 9–12.
4. Коваленко В. П. Загрязнение и очистка нефтяных масел. – М. : Химия. – 1978. – 304 с.
5. Остриков В. В. Контроль качества смазочных моторных масел в сельском хозяйстве // Техника и оборудование для села. – 2007. – № 12. – С. 39–40.
6. Остриков В. В., Белогорский В. В. Смазочные моторные масла и контроль их качества // Техника в сельском хозяйстве. – 2007. – № 2. – С. 40–41.

***Остриков Валерий Васильевич**, д-р техн. наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»: Россия, 392022, г. Тамбов, Переулок Ново-Рубежный, 28.*

***Забродская Алла Владимировна**, науч. сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»: Россия, 392022, г. Тамбов, Переулок Ново-Рубежный, 28.*

***Вязинкин Виктор Сергеевич**, науч. сотрудник лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»: Россия, 392022, г. Тамбов, Переулок Ново-Рубежный, 28.*

***Сафонов Валентин Владимирович**, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Технический сервис и технология конструкционных материалов», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»: Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.*

***Сафонов Константин Валентинович**, ст. преп. кафедры «Технический сервис и технология конструкционных материалов», ФГБОУ ВО «Саратовский государственный аграрный университет имени Н. И. Вавилова»: Россия, 410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.*

***Хатунцев Владимир Владимирович**, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой стандартизации, метрологии и технического сервиса ФГБОУ ВО «Ми-*

чуринский государственный аграрный университет»: Россия, 393740, г. Мичуринск, Тамбовская обл., ул. Интернациональная, 101.

Тел.: (475-2) 44-65-36
E-mail: viitinlab8@bk.ru

ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL MODEL OF QUALITY CONTROL AND REPLACEMENT OF ENGINE OIL ACCORDING TO THE ACTUAL STATE

***Ostrikov Valeriy Vasilyevich**, Dr. of Tech. Sci., Head of Laboratory, Russian National Research Institute for Using Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia.*

***Zabrodskaya Alla Vladimirovna**, researcher, Russian National Research Institute for Using Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia.*

***Viazinkin Viktor Sergeevich**, researcher, Russian National Research Institute for Using Machinery and Oil Products in Agriculture, Tambov, Russia.*

***Safonov Valentin Vladimirovich**, Dr. of Tech. Sci., Prof., Head of Chair, Saratov State Vavilov Agrarian University, Saratov, Russia.*

***Safonov Konstantin Valentinovich**, senior lecturer, Saratov State Vavilov Agrarian University, Saratov, Russia.*

***Khatuntsev Vladimir Vladimirovich**, Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof., Head of Chair, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia.*

***Keywords:** engine oil, express analysis, quality control, actual condition, replacement.*

Abstract. The reliability and durability of agricultural machinery depend on the quality and properties of the motor oils used. Due to the unsatisfactory condition of oil depots and the lack of elementary quality control facilities, more than 15 percent of motor oils have deviations from the standard requirements, and this reduces the service life of tractor engines and increases the costs of their operation and repair. The rise of the lubricants use efficiency and the agricultural machinery reliability can be ensured by the introduction an organizational and technological model of express quality control of oils and their replacement by actual state into the agro-industrial sector. Based on the existing problem, a rapid laboratory for controlling viscosity, alkali number, water content, engine oils purchased and stored in the agricultural enterprise was developed. A scheme for the operational control of the main physicochemical characteristics of oils under conditions of agricultural production is proposed. Based on the experience of many years of research, the technological model of the replacement of motor oils not according to the operating time but according to their actual state was considered and evaluated. Its implementation includes periodic control of viscosity, contamination and alkali number, working in the engine of the engine oil. To simplify the processing of analysis results, a computer program for data processing has been developed, adapted to any personal computer or smartphone. The developed organizational-technological model of commercial oils quality control and the replacement of operating oils according to their actual state on the basis of analysis of the results of the main characteristics express control will allow to reduce the number of equipment breakdowns due to oil poor quality and to extend the engines' life, as well as reduce the costs of operation and repair of agricultural techniques.

REFERENCES

1. Grigoriev M.A., Doletsky V.A., Bunakov B.M. Quality of engine oil and reliability of engines. – M.: Publishing house of standards, 1981. – 232 p.

2. Itinskaya N.I., Kuznetsov N.A., Bystritskaya A.P. Economical use of oil products. – M.: Kolos. – 1984. – 175 p.

3. Ostrikov V. V. Problems of quality and increasing the efficiency of the use of petroleum products in the agroindustrial complex. XIX Intern. scientific-practical conference. – Tambov: Publishing house Pershina R.V., 2017. – P. 9–12.

4. Kovalenko V.P. Pollution and purification of petroleum oils. – M.: Chemistry. – 1978. – 304 p.

5. Ostrikov V. V. Quality control of lubricating motor oils in agriculture // Engineering and equipment for the village. – 2007. – No. 12. – P. 39–40.

6. Ostrikov V.V., Belogorsky V. V. Lubricating motor oils and control of their quality // Engineering in agriculture. – 2007. – No. 2. – P. 40–41.

УДК 631.31

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТЯГОВО-ПРИВОДНОГО ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО АГРЕГАТА

А. Н. ДЕМКО, А. Н. ПАНАСЮК*, Г. И. ОРЕХОВ*
ФГКВОУ ВО «Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище имени Маршала Советского Союза К. К. Рокоссовского»,
****ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»,***
г. Благовещенск, Амурская область

Реферат. В Амурской области имеется опыт использования почвообрабатывающих агрегатов при заделке в верхний слой почвы органической массы сидеральных растений и пожнивных остатков. Для улучшения эксплуатационно-технологических показателей работы МТА разработан модернизированный роторный плуг, оснащенный активными и пассивными рабочими органами. В качестве критерия, оценивающего применяемое в агрегате энергетическое средство по степени реализации заложенной мощности в режиме рабочего хода, принят максимум удельной чистой производительности на единицу затрачиваемой энергии. Вторым критерием оценки агрегата является условие максимального использования энергонасыщенности и тяговых возможностей энергетического средства. На основе разработанных теоретических подходов получено выражение для определения рабочей скорости при изменении ширины захвата рабочей машины, физико-механических свойств почвы и глубины обработки. Установлены значения ширины захвата роторного плуга – 2,4 ± 0,1 м и оптимальной рабочей скорости – 2,81 м/с. На основании анализа взаимосвязей между конструктивными параметрами сферических почвообрабатывающих дисков и размерами элементов профиля дна обрабатываемой поверхности определены конструктивно-режимные параметры роторного плуга: диаметр сферических дисков D = 0,66 м, расстояние между дисками b = 0,23 м, угол атаки ротора $\alpha \geq 23°$. Аналитически установлено, что для обеспечения необходимых значений показателя кинематического режима при работе роторного плуга в диапазоне скоростей 2,2…3,3 м/с, частота вращения ротора должна составлять n_p=160…240 об/мин. Производственная проверка показала, что роторный плуг в агрегате с трактором тягового класса 1,4 качественно осуществляет процесс почвообработки с одновременной заделкой органической массы растительных остатков. Результаты проведенных исследований могут быть использованы в конструкторских бюро при разработке почвообрабатывающих машин. Конструкторская документация на роторный плуг передана для мелкосерийного производства на Шимановский машиностроительный завод АО ПО «Краснспецбурмаш».

Ключевые слова: тягово-приводной агрегат, роторный плуг, заделка органики в почву, эффективность работы агрегата, критерии оценки.

Особенности природно-климатических условий Приамурья (позднее оттаивание почвы весной, наличие остаточной влаги в почве и подстилающего слоя в виде мерзлоты и глины) снижают несущую способность верхнего слоя почвы и затрудняют использование машинно-тракторных агрегатов. Эксплуатация машинно-тракторных агрегатов в таких условиях чревата более глубоким и объемным распространением уплотняющих деформаций в почвенном горизонте. Снижение уплотнения почвы движителями тракторов является актуальной задачей для Амурской области,

где основное количество атмосферных осадков выпадает в период проведения полевых сельскохозяйственных работ, в результате чего переувлажняется 95% пахотных земель. К тому же почвы Амурской области по механическому составу в основном тяжелые (лугово-черноземовидные, лугово-бурые, луговые глееватые и глееватые), в период дождей заплывают, а при подсыхании образуют на поверхности корку, в слое 40–80 см имеют слабую водопроницаемость. В таких условиях проведения полевых работ технико-экономические показатели и возможность их проведения зависят от общей и агротехнической проходимости машин и эффективности использования различных типов движителей. В связи с этим возникает необходимость повышения тягово-сцепных свойств тракторов и снижения техногенного воздействия на почву. Одним из способов улучшить тягово-сцепные свойства МТА является использование тягово-приводных агрегатов с активными рабочими органами, в том числе роторных плугов, имеющих привод почвообрабатывающих дисков от вала отбора мощности (ВОМ) трактора.

В Приамурье накоплен значительный опыт применения роторных плугов, при заделке в верхний (0…0,15 м) слой почвы органической массы, находящейся на поверхности поля: сидеральных растений, стерни и пожнивных остатков. Ротор выполняет функцию дополнительного движителя, так как в результате его воздействия на почву, ее реакции направлены в сторону движения агрегата. По этой причине на обработку почвы роторным плугом затрачивается меньше энергии, чем необходимо почвообрабатывающим машинам с пассивными рабочими органами [1, с. 103]. Однако существующим конструкциям этих почвообрабатывающих машин присущи следующие недостатки:

– при эксплуатации почвообрабатывающего агрегата происходит локальное переуплотнение почвы в местах прохода колес трактора.

– подталкивающее усилие, передающееся от ротора, приводит к циркуляции «паразитной» мощности в трансмиссии трактора;

– при проведении почвообработки возникают трудности в обеспечении прямолинейности хода машинно-тракторного агрегата.

В результате исследований конструкций почвообрабатывающих машин для повышения качества обработки почвы и улучшения эксплуатационно-технологических показателей работы агрегата предложено использовать комбинированные машины, оборудованные как активным рабочим органом – почвообрабатывающим ротором на основе вырезных сферических дисков, так и пассивными рабочими органами – почвоуглубителями. В модернизированном роторном плуге, разработанном в ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», предусмотрена установка почвоуглубителей с целью обеспечения возможности перевода МТА в корректный тяговый режим, разуплотнения почвы в местах прохода колес трактора, и повышения управляемости агрегата (рис. 1).

В режиме рабочего хода агрегата, для оценки степени реализации имеющейся мощности применяемого энергетического средства МТА, можно принять максимум удельной чистой производительности на единицу затрачиваемой энергии.



Рисунок 1. Экспериментальный образец модернизированного роторного плуга: 1, 2 – почвоуглубители; 3 – почвообрабатывающий ротор

$$\Pi_N = \frac{B_p \upsilon_p}{N_e^H \xi_N} \to \max, \qquad (1)$$

где Π_N – удельная производительность, м^2/Дж; N_e^H – эффективная мощность двигателя, Вт; ξ_N – коэффициент использования номинальной мощности двигателя.

Выбор такого критерия оптимизации отвечает условиям ресурсосбережения и высокой производительности.

После ряда преобразований получено выражение для тягово-приводного агрегата [2, с. 101]:

$$\Pi_N = e_N \frac{\eta_0 \eta_{ВОМ} \xi_{ВОМ}}{(K_\nu + m_{рм} f_м)(1 - \xi_{вом})} \to \max, \qquad (2)$$

где e_N – коэффициент, учитывающий долю мощности, идущую на преодоление тягового сопротивления рабочей машины; η_0 – общий КПД энергетического средства в составе агрегата; $\eta_{ВОМ}$ – КПД вала отбора мощности; K_υ – удельное тяговое сопротивление рабочих органов машины, Н/м; $m_{рм}$ – доля веса рабочей машины на единицу ширины захвата, Н/м; $f_м$ – коэффициент сопротивления качению рабочей машины; $\xi_{ВОМ}$ – степень использования мощности двигателя на привод рабочих органов от ВОМ.

Полученный критерий является условием для сохранения высоких значений производительности при изменении конструктивно-режимных параметров рабочей машины.

Вторым критерием оценки агрегата является условие максимального использования энергонасыщенности и тяговых возможностей энергетического средства

$$\eta_{тяг} = \frac{\varphi_{кр}\upsilon_р}{Э_т \cdot e_N} \to \max, \qquad (3)$$

где $Э_т$ – энергонасыщенность трактора, Вт/Н.

Анализ выражений (2) и (3) показывает, что с ростом рабочей скорости, для сохранения высоких значений чистой производительности на единицу мощности и тягового КПД при заданной удельной энергонасыщенности трактора, необходимо стремиться к уменьшению доли мощности, идущей на преодоление тягового сопротивления рабочей машины (e_N) за счет снижения удельного тягового сопротивления рабочих органов.

Для определения потенциальных возможностей тягово-приводного агрегата представим мощностной баланс в виде выражения:

$$N_Н \times \xi_N = N_{ВОМ} + N_{тяг}, \qquad (4)$$

Выразив составляющие мощностного баланса

$$N_{ВОМ} = B\upsilon_р \cdot \alpha_N \qquad (5)$$

$$N_{тяг} = \frac{К_\eta(тяг)}{\eta_{тр}(1-\delta)} B_р \upsilon_р + \frac{G_Т f_Т}{\eta_{тр}(1-\delta)} \upsilon_р. \qquad (6)$$

Получим уравнение мощностного баланса

$$N_e^Н \xi_N - \frac{G_Т f_Т}{\eta_{тр}(1-\delta)} \upsilon_р = \alpha_N B_р \upsilon_р \frac{К_\eta(тяг)}{\eta_{тр}(1-\delta)} B_р \upsilon_р, \qquad (7)$$

где $N_e^Н$ – номинальная мощность двигателя, Вт; ξ_N– коэффициент использования номинальной мощности двигателя; $G_т$ – вес энергосредства (трактора), Н; $f_т$ – коэффициент сопротивления качению трактора; $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии; α_N – удельная мощность на единицу подачи, $\frac{В_т}{м^2/с}$.

Представим решение последнего уравнения в виде системы двух уравнений:

$$\left.\begin{aligned} N_e^Н \xi_N - \frac{G_Т f_Т}{\eta_{тр}(1-\delta)} \upsilon_р &= y_1 \\ B_р \left(\alpha_N \upsilon_р + \frac{К_\eta(тяг)}{\eta_{тр}(1-\delta)} \upsilon_р \right) &= y_2 \end{aligned}\right\}. \qquad (8)$$

Для поиска оптимальных решений рассчитана теоретическая модель потенциальных возможностей трактора класса 1,4 (4К2) и получены интервалы значений рабочей скорости и коэффициента использования веса трактора для максимального тягового КПД (рис. 2).

Решая систему уравнений (9) графическим способом (рис. 3) в интервале рабочих скоростей $\upsilon_р$ = 2,2 ... 3,3 м/с (при максимальных значениях тягового КПД) получена оптимальная ширина захвата рабочей машины $B_р$ = 2,4 ± 0,1 м.

Совместное геометрическое решение уравнений y_1 и y_2 позволяет найти чистую производительность ($B_р \upsilon_р$). Но из этого же следует, что одинаковой производительности при максимальных значениях тягового КПД можно достичь при работе на высоких скоростях и небольшой ширине захвата или на малых скоростях с большой шириной захвата.

Для определения оптимальных значений рабочей скорости агрегата с минимальными удельными затратами энергии при рабочей скорости воспользуемся экстремумом целевой функции

$$E_n = \frac{1}{\Pi_N} = \frac{N_e^H \xi_N}{B_p \upsilon_p} \to \min. \quad (9)$$

Учитывая ограничение

$$K_\upsilon \le \frac{N_e^H \cdot \xi_N \cdot \eta_{тяг} \cdot e_N}{B_p \upsilon_p} - m_{рм} f_м, \quad (10)$$

Чистая производительность определяется:

$$B_p \upsilon_p = \frac{N_e^H \cdot \xi_N \cdot \eta_{тяг} \cdot e_N}{K_\upsilon + m_{рм} f_м}, \quad (11)$$

тогда

$$E_n = \frac{N_e^H \cdot \xi_N \cdot \left(K_\upsilon + m_{рм} f_м\right)}{N_e^H \cdot \xi_N \cdot \eta_{тяг} \cdot e_N}, \quad (12)$$

но

$$N_e^H \cdot \xi_N \cdot \eta_{тяг} \cdot e_N = N_{кр}. \quad (13)$$

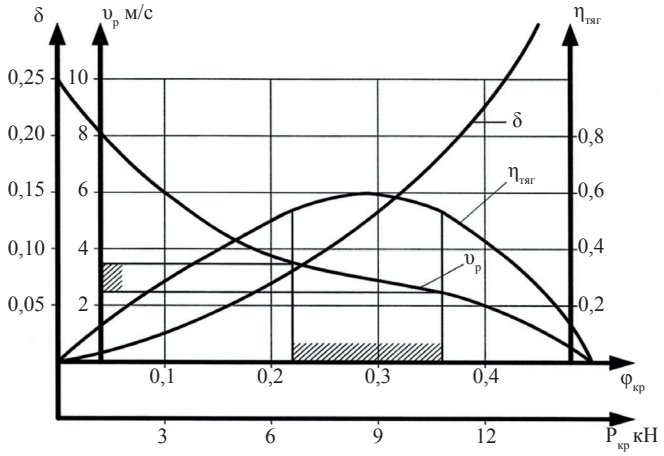


Рисунок 2. Изменение буксования, рабочей скорости и тягового КПД в зависимости от коэффициента использования веса

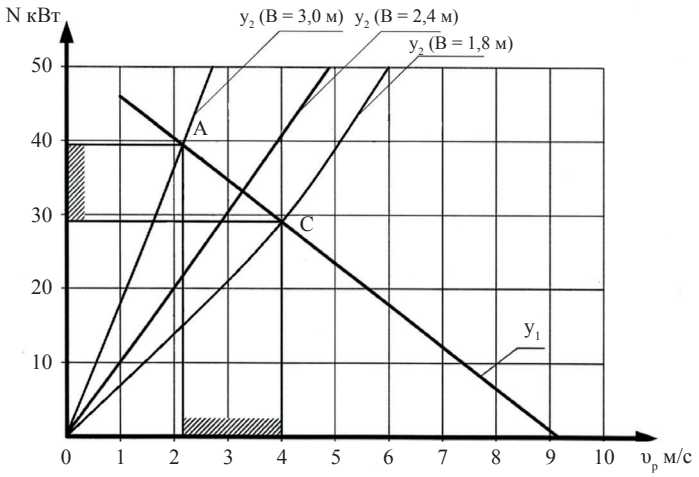


Рисунок 3. К определению ширины захвата роторного плуга

Затраты мощности на преодоление тягового сопротивления определяются:

$$N_{кр} = \varphi_{кр} . G_T \cdot \upsilon_p, \quad (14)$$

таким образом

$$E_n = Э_T \frac{K_\upsilon + m_{рм} f_м}{g \cdot \varphi_{кр} \cdot \upsilon_p}. \quad (15)$$

Чтобы определить значение оптимальной скорости по удельным энергетическим затратам достаточно найти экстремум функции и приравнять его производную по υ к нулю:

$$\frac{dE_n}{d\upsilon} = 0, \qquad (16)$$

После преобразований получим:

$$\upsilon_{p(opt)} = \sqrt{\frac{K_\upsilon + m_{рм} f_м}{2a\zeta}}, \qquad (17)$$

где а – глубина обработки почвы, м; ζ– скоростной коэффициент, Нс^2/м^4.

Проведенный расчет показывает, что оптимальная рабочая скорость почвообрабатывающего агрегата должна составлять 2,81 м/с.

Полученное выражение позволяет определить оптимальную рабочую скорость МТА при обработке почвы с различными физико-механическими свойствами, с разной шириной захвата и глубиной обработки. Значение рабочей скорости должно находиться в пределах агротехнических требований, а по тяговой характеристике реализовываться на передачах трактора с максимальным тяговым КПД.

На основании анализа взаимосвязей между конструктивными параметрами сферических почвообрабатывающих дисков и размерами элементов профиля дна обрабатываемой поверхности определены конструктивно-режимные параметры роторного плуга: диаметр сферических дисков D = 0,66 м, расстояние между дисками b = 0,23 м, угол атаки ротора α ≥ 23° [3, с. 84]. Аналитически установлено, что для обеспечения необходимых значений показателя кинематического режима при работе роторного плуга в диапазоне скоростей 2,2…3,3 м/с на тяжелых почвах, частота вращения ротора должна составлять n_p = 160…240 об/мин.

Полевые исследования модернизированного роторного плуга шириной захвата 2,4 м, агрегатируемого с трактором тягового класса 1,4, проводили в Тамбовском и Благовещенском районах Амурской области при глубине обработки ротором 0,15 м и угле атаки сферических дисков ротора α = 24°. Тяговыми испытаниями установлено [4, с. 9], что максимальный тяговый КПД трактор развивает в диапазоне рабочих скоростей от 2,8 до 3,1 м/с, буксование движителя соответствует агротехническим требованиям, допустимому буксованию колесного трактора 4К2 в агрегате с ротационными рабочими органами на основной обработке почвы и находится в пределах от 10 до 15%.

Проведенные полевые опыты показывают, что установка на роторный плуг двух почвоуглубителей шириной b_n = 0,16 м на глубину 0,25 м обеспечивает локальное разуплотнение почвы в местах прохода колес трактора и прямолинейность движения МТА на лугово-черноземовидных почвах в диапазоне рабочих скоростей 2,2…3,3 м/с. Угол отклонения агрегата от прямолинейности не превышает 5°. Проведенная производственная проверка показала, что модернизированный роторный плуг качественно осуществляет процесс почвообработки с одновременной заделкой органической массы растительных остатков. Рабочие органы машины обеспечивают полное подрезание растений, гребнистость поверхности не превышает 5 см. Средняя рабочая скорость почвообрабатывающего агрегата составила 2,6 м/с, производительность 2,1 га/час., показатель удельного расхода топлива 8,5 кг/га.

Результаты проведенных исследований использованы при выполнении государственного контракта с министерством сельского хозяйства Амурской области: «Разработка конструкторской документации роторного плуга для агрегатирования с тракторами тяговых классов 14–20 кН, оснащенными валом отбора мощности». Они также могут быть применены в конструкторских бюро при разработке почвообрабатывающих машин. Разработанная в рамках государственного контракта конструкторская документация передана решением МСХ Амурской области на Шимановский машиностроительный завод АО ПО «Краснспецбурмаш» для мелкосерийного производства модернизированных роторных плугов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Панасюк А. Н., Орехов Г. И., Смолянинова Н. О. Энергетическое моделирование агрегатов в технологии // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 5 (ч. 1). – С. 98–104.
2. Демко А. Н., Орехов Г. И., Панасюк А. Н. Повышение эффективности использования почвообрабатывающего агрегата на базе колесного трактора тягового класса 1,4 в технологии биологического земледелия // Современные технологии производства и переработки сельскохозяйственных культур : сб. науч. статей. – Благовещенск : ФГБНУ ДальНИИМЭСХ Россельхозакадемии, 2017. – С. 95–108.
3. Демко А. Н., Орехов Г. И., Цыбань А. А. Конструктивно-технологические параметры почвообрабатывающего агрегата на базе колесного трактора тягового класса 1,4 // Дальневосточный аграрный вестник. – 2018. – № 1(45). – С. 82–87.
4. Панасюк А. Н., Орехов Г. И., Демко А. Н. Оптимальный режим работы роторного плуга // Сельский механизатор. – 2011. – № 6. – С. 8–9.

***Демко Александр Николаевич**, соискатель, ст. преп. ФГКВОУ ВО «Дальневосточное высшее общевойсковое командное училище им. Маршала Советского Союза К. К. Рокоссовского»: Россия, 675021, Амурская обл., г. Благовещенск, ул. Ленина, 158.*

***Орехов Геннадий Иванович**, канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотрудник отдела комплексной механизации растениеводства, ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»: Россия, 675027, Амурская обл., г. Благовещенск, ул. Василенко, 5.*

***Панасюк Александр Николаевич**, канд. техн. наук, доцент, вед. науч. сотрудник отдела комплексной механизации растениеводства, ФГБНУ «Дальневосточный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства»: Россия, 675027, Амурская обл., г. Благовещенск, ул. Василенко, 5.*

Тел.: (416-2) 52-48-03
E-mail: aleksandr.demko.71@yandex.ru

TRACTION AND DRIVE TILLAGE UNIT EFFICIENCY EVALUATION

***Demko Aleksandr Nikolayevich**, senior Lecturer, Far Eastern General Service Command College, Blagoveshchensk, Russia.*

***Orekhov Gennadiy Ivanovich**, Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof., Far Eastern Research Institute for Mechanization and Electrification of Agriculture, Blagoveshchensk, Russia.*

***Panasiuk Aleksandr Nikolayevich**, Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof., Far Eastern*

Research Institute for Mechanization and Electrification of Agriculture, Blagoveshchensk, Russia.

Keywords: *traction-drive unit, rotary plow, embedding of organic matter in soil, efficiency of aggregate operation, evaluation criteria.*

Abstract. There is an experience in the Amur region in the use of soil cultivating units when green manure and stubble residues are embedded in the upper soil layer. To improve the operational and technological performance, a modernized rotor plow equipped with active and passive working elements was developed. As a criterion evaluating the energy means used in the unit in terms of the degree of realization of the installed capacity in the working stroke mode, served the maximum specific net productivity per unit of energy expended. The second criterion for estimating the aggregate is the condition for maximum utilization of the energy saturation and traction capabilities of the power facility. On the basis of the developed theoretical approaches, an expression is obtained for determining the working speed with a change in the width of the working machine, the physicomechanical properties of the soil, and the depth of processing. The values of the width of capture of the rotary plow – 2,4 ± 0,1 m and optimum working speed – 2,81 m/s are established. Based on the analysis of the relationships between the structural parameters of the spherical tillage discs and the dimensions of the profile elements of the bottom of the surface to be treated, the rotor plow has structural and regime parameters: spherical disk diameter D = 0.66 m, spacing b = 0.23 m, rotor angle α ≥ 23 °. It has been analytically established that to ensure the necessary values of the kinematic regime indicator when the rotary plow operates in the speed range 2.2...3.3 m/s, the rotor speed should be np = 160...240 rpm. The production check showed that the rotary plow in the unit with the tractor of traction class 1,4 qualitatively carries out the process of soil cultivation with simultaneous sealing of the organic mass of plant residues. The results of the research can be used in design bureaus in the development of soil-cultivating machines. The design documentation for the rotary plow was transferred for a small-scale production to the Shimanovsky machine-building plant of the company "Kranspecburmash".

REFERENCES

1. Panasyuk A.N., Orekhov G.I., Smolyaninova N.O. Energy modeling of aggregates in technology // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2017. – No. 5 (Part 1). – P. 98–104.

2. Demko A.N., Orekhov G.I., Panasyuk A.N. Increase of efficiency of use of a soil cultivating unit on the basis of a wheeled tractor of traction class 1,4 in technology of biological agriculture // Modern technologies of production and processing of agricultural crops: coll. sci. articles. – Blagoveshchensk: FGBNU DalNIIMESH of the Russian Academy of Agricultural Sciences, 2017. – P. 95–108.

3. Demko A.N., Orekhov G.I., Tsyban A.A. Structural and technological parameters of a soil cultivating unit on the basis of a wheeled tractor of traction class 1,4 // Far-Eastern agrarian bulletin. – 2018. – No. 1 (45). – P. 82–87.

4. Panasyuk A.N., Orekhov G.I., Demko A.N. Optimal operating mode of the rotary plow // Rural mechanizer. – 2011. – No. 6. – P. 8–9.

УДК 631.333.52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛОЖЕЧЕК ВЫСАЖИВАЮЩЕГО АППАРАТА, РАБОТАЮЩЕГО В ЖИДКОЙ СРЕДЕ

М. В. КАРПОВ, П. Е. САВИНОВ*, Д. В. ПОПОВ**, А. Х. ЖУМАШЕВА***
ООО НПО «ДЕКАНТЕР»,
г. Москва
****ОГИБДД МО МВД России «Советский»,***
с. Степное, Саратовская область
*****АО Торговый дом «Оборудование и материалы»***
г. Санкт-Петербург
******Сельскохозяйственный производственный кооператив племзавод «Палассовский»,***
п. Заволжский, Волгоградская обл.

Реферат. В настоящее время интенсификация производства картофеля связана с введением в технологии его возделывания новых высаживающих аппаратов для посадки пророщенного картофеля. Предлагаемая технология должна позволить снизить травмирование ростков клубней картофеля. Объектом данного исследования является технологический процесс посадки пророщенных клубней, захватываемых из ковша-питателя, заполненного протравливающей жидкостью. Поисковые опыты и результаты лабораторных исследований разработанного высаживающего аппарата, позволили обосновать перспективную конструктивно–технологическую схему ложечно–транспортерного аппарата. Наибольшее влияние при посадке пророщенного картофеля оказывает травмирование ростков о поверхность питательного ковша, захвате и сбрасывании лишних клубней, значение чего следует учитывать при оптимизации конструктивно–технологических параметров разрабатываемого высаживающего аппарата. С целью обоснования конструкции захватывающего устройства, проводились теоретические исследования, определившие геометрические и кинематические параметры формы ложечки. С увеличением скорости движения ϑ_c происходит рост величины выброса клубня на свободную поверхность и результирующей центробежной силы $(F_ц)_{рез}$. При заданной скорости движения с уменьшением величины глубины ложечки, уменьшается выброс клубня на поверхность за счет уменьшения гидродинамической силы и уменьшается величина результирующей центробежной силы. Однако уменьшать глубину ложечки l с целью уменьшения центробежной силы не следует, так как с уменьшением глубины ложечки l вырастает плечо центробежной силы и вырастает вероятность выброса из ложечки не только за счет центробежной силы, а даже случайных динамических воздействий на клубень, связанных с вихревыми потоками, возникающими при движении ложечек в ограниченной камере. Так как клубень в этом случае (момент касания ложечки) не прижимается к ней, то небольшие моменты сил могут выбросить его. Получена формула критической скорости $(\vartheta_c)^2_{h_2}$, при которой клубень выходит на поверхность жидкости на высоту h_1 до выхода ложечки на свободную поверхность жидкости. Если выбрать скорость движения ложечки $\vartheta_c > (\vartheta_c)_{h_2}$, то клубень не «сядет» на дно до ее выхода на свободную поверхность и будет выброшен из ложечки результирующей центробежной силой. Поэтому нет смысла делать глубину ложечки ($l > h_2$). Расчеты показали, что глубину ложечки необходимо увеличивать только в случае малых скоростей, когда клубень садится на дно ложечки до ее выхода на свободную поверхность.

Ключевые слова: картофелесажалка, высаживающий аппарат, протравливающая жидкость, конструктивные и режимные параметры, результаты исследований.

В настоящее время, несмотря на высокий потенциал продуктивности современных сортов картофеля, фактическая урожайность этой культуры составляет в хозяйствах России разных форм собственности 9…13 т/га, при среднемировом уровне 15 т/га [3]. Одна из причин такого положения – низкое качество семенного картофеля, который из-за биологических особенностей, что приводит к так называемому вырождению посадочного материала. В настоящее время интенсификация производства картофеля связана с введением в технологии его возделывания новых высаживающих аппаратов для посадки пророщенного картофеля. При выборе способа посадки приходится искать компромисс при удовлетворении требований деликатности обращения с проросшими клубнями и равномерности распределения последних в продольно-поперечном направлении посадочных борозд. Предлагаемая технология должна позволить снизить травмирование ростков клубней картофеля. Объектом данного исследования является технологический процесс посадки пророщенных клубней, захватываемых из ковша-питателя, заполненного протравливающей жидкостью.

Поисковые опыты и результаты лабораторных исследований разработанного высаживающего аппарата, позволили обосновать перспективную конструктивно-технологическую схему ложечно-транспортерного аппарата. Наибольшее влияние при посадке пророщенного картофеля оказывает травмирование ростков о поверхность питательного ковша, захвате и сбрасывании лишних клубней, значение чего следует учитывать при оптимизации конструктивно-технологических параметров разрабатываемого высаживающего аппарата.

Для достижения этой цели последовательно выполнены следующие теоретические исследования:

– рассчитаны геометрические параметры ложечного транспортера;

– определены кинематические параметры высаживающего аппарата;

– процесса движения трех (глухая, с отверстиями радиально расположенная, с отверстиями, расположенная под углом относительно центра вращения) вариантов конструкции ложечки высаживающего аппарата в жидкости с целью определения ее оптимальной формы;

– процесса захвата ложечкой клубня и выноса его на поверхность жидкости, определены пределы скорости движения ложечки, при которых не происходит выбрасывания клубня;

– процесса опорожнения от рабочей жидкости ложечки, имеющей разное количество отверстий;

– обоснованы параметры питающего устройства высаживающего аппарата (скорость движения питающего транспортера, параметры приемного ковша, оптимальный слой клубней).

С целью обоснования конструкции захватывающего устройства, проводились теоретические исследования, определившие геометрические и кинематические параметры и форму ложечки.

Рассмотрим влияние размеров ложечки на захват клубня.

При $l < r_2$ в момент касания клубня ложечки имеем:

$$P_A + P_{\text{гидр}} = G,$$

$$G = \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho_{\text{т}} g,$$

$$P_A = \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho_T g - \frac{1}{3} h_1^2 \pi (3r_2 - h_1) pg,$$

$$P_{\text{гидр}} = p\vartheta_c^2 S_1 = p\vartheta_c^2 \pi l^2 = p\vartheta_c^2 \pi l (2r_2 - l),$$

Тогда

$$\frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho g - \frac{1}{3}\pi h_1^2 (3r_2 - h_1) pg + \pi l (2r_2 - l) p\vartheta_c^2 = \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho_T g,$$

$$\pi l (2r_2 - l) p\vartheta_c^2 = \frac{4}{3}\pi r_2^3 \rho_T g \left(1 - \frac{p}{p_t}\right) + \frac{1}{3}\pi \frac{h_1^2}{r_2^3}(3r_2 - h_1) g \frac{p}{p_T},$$

$$\vartheta_c^{*2} = \frac{4}{3}\frac{p}{p_T}\frac{r_2^3 g}{l(2r_2 - l)}\left[\frac{1}{4}\frac{h_1^{*2}}{r_2^3}(3r_2 - h_1)\frac{p}{p_T} - \left(\frac{p}{p_T} - 1\right)\right]. \qquad (1)$$

Задаваясь скоростью ϑ_c можно определить выброс клубня на поверхность жидкости h_1^* в момент касания клубня поверхности ложечки.

В этот момент величина результирующей центробежной силы $(F_ц)_{рез}$, действующая на клубень будет равна:

$$\left(F_ц\right)_{рез} = \frac{4}{3}\pi r_2^3 p_T \frac{\vartheta_{c'}^2}{y_{c'}}\left[\frac{1}{4}\frac{h_1^{*2}}{r_2^3}(3r_2 - h_1)\frac{p}{p_T} - \left(\frac{p}{p_T} - 1\right)\right],$$

или, полагая, что $\vartheta_c^{'} \approx \vartheta_c$ и $y_c^{'} = y_c$, получим:

$$\left(F_ц\right)_{рез} = \frac{4}{3}\pi r_2^3 p_T \frac{\vartheta_c^2}{y_c}\left[\frac{1}{4}\frac{h_1^{*2}}{r_2^3}(3r_2 - h_1)\frac{p}{p_T} - \left(\frac{p}{p_T} - 1\right)\right], \qquad (2)$$

Величина h_1^* определяется из (31.38), получим

$$\left(F_ц\right)_{рез} = \frac{16}{9}\frac{\pi r_2^6 p_T^2 g}{y_{c'}(2r_2 - l)}\left[\frac{1}{4}\frac{h_1^{*2}}{r_2^3}(3r_2 - h_1^*) - \left(1 - \frac{p_T}{p}\right)\right]^2. \qquad (3)$$

Сувеличением скорости движения ϑ_c происходит рост величины h_1^* и, соответственно, рост результирующей центробежной силы $(F_ц)_{рез}$. При заданной скорости движения ϑ_c с уменьшением величины l (глубины ложечки), уменьшается выброс клубня на поверхность h_1^* за счет уменьшения гидродинамической силы и, соответственно, согласно (2), уменьшается величина результирующей центробежной силы.

Пренебрегая в выражениях (1) и (3) вторыми членами в квадратных скобках (принимая $p \approx p_T$), получим

$$\left(F_ц\right)_{рез} \approx \frac{\pi p l (2r_2 - l)\vartheta_c^4}{y_c g}(h_2 = l). \qquad (4)$$

В момент касания клубня дна ложечки результирующая центробежная сила пропорциональна скорости движения ложечки ϑ_c в четвертой степени. Это связано с тем, что с ростом скорости одновременно растет гидродинамическое давление внутри ложечки и выброс клубня на свободную поверхность h_1^*, который пропорционален квадрату скорости ϑ_c. Так как $p \approx p_T$, то величина $(F_ц)_{рез}$ будет несколько меньше, чем это следует из (4).

Аналогичное выражение для ложечки с $l \sim r_2$ будет иметь вид:

$$\left(F_{ц}\right)_{рез} \approx \frac{\pi p r_2 (2r_2 - r_2)\vartheta_c^4}{y_c g} \approx \frac{p r_2^2 \vartheta_c^4}{y_c g} (h_2 = r_2). \quad (5)$$

То есть центробежная сила вырастает. Однако, уменьшать глубину ложечки l с целью уменьшения центробежной силы не следует, так как с уменьшением l вырастает плечо центробежной силы относительно точки А и вырастает вероятность выброса из ложечки не только за счет центробежной силы, а даже случайных динамических воздействий на клубень, связанных с вихревыми потоками, возникающими при движении ложечек в ограниченной камере. Так как клубень, в этом случае (момент касания ложечки) не прижимается к ней, то небольшие моменты сил могут выбросить его.

При параметрах, принятых нами как исходные, и глубине ложечки l = 0,025 м, получаем:

$$\left(\vartheta_c\right)_l^2 = 0,558 \frac{\text{М}}{\text{с}} (P_1 = 0).$$

В общем случае, критическая скорость $(\vartheta_c)_{h_2}^2$, при которой клубень выходит на поверхность жидкости на высоту h_1до выхода ложечки на свободную поверхность жидкости, равна:

$$\left(\vartheta_c\right)_{h_2}^2 = \frac{4}{3} \frac{r_2^3 g}{h_2 (2r_2 - h_2)} \left[\frac{p_T}{p} - \frac{1}{4} \frac{h_2^2 (3r_2 - h_2)}{r_2^3} \right]. \quad (6)$$

Если выбрать скорость движения ложечки $\vartheta_c > (\vartheta_c)_{h_2}$, то клубень не «сядет» на дно до ее выхода на свободную поверхность и будет выброшен из ложечки результирующей центробежной силой. Поэтому нет смысла делать глубину ложечки ($l > h_2$).

Расчеты показали, что глубину ложечки необходимо увеличивать только в случае малых скоростей, когда клубень садится на дно ложечки до ее выхода на свободную поверхность.

Таким образом, были произведены расчеты геометрических параметров ложечек и кинематических параметров высаживающего аппарата.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шардина Г. Е., Карпов М. В. Обоснование кинематических параметров ложечно-ленточного высаживающего аппарата // Научное обозрение. – 2011. – № 4. – Саратов, ООО «АПЕКС-94». – С. 117.
2. Протасов А. А., Александров Ю. А., Шардина Г. Е., Карпов М. В. Методика расчета транспортерного высаживающего аппарата картофелесажалки. – Вестник СГАУ имени Н. И. Вавилова, 2013. – № 8. – С. 71–74.
3. Идельчик И. Е. Справочник по гидравлическим сопротивлени-

ям. / под ред. М. О. Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1992. – 672 с.

***Карпов Михаил Вячеславович**, зам. директора, ООО НПО «ДЕКАНТЕР», Россия, 142000, Московская обл., г. Домодедово, Каширское шоссе, 17.*

***Савинов Павел Евгеньевич**, ст. лейтенант полиции, ОГИБДД МО МВД России «Советский», Россия, 413210, Саратовская обл., с. Степное, ул. 50 Лет Победы.*

***Попов Денис Васильевич**, директор, АО Торговый дом «Оборудование и материалы»: Россия, г. Санкт-Петербург, 190031, пер.Спасский, д.14/35, лит.А, пом.79Н.*

***Жумашева Акмарал Хайратовна**, инженер по охране труда, Сельскохозяйственный производственный кооператив племзавод «Палласовский»: Россия, 404262, Волгоградская обл., Палласовский р-н, п. Заволжский, ул. Совхозная, 1.*

Тел.: (987) 313-44-50
E-mail: tanya3107@yandex.ru

DETERMINING THE PARAMETERS OF THE SPOONS FOR A PLANTING APPARATUS OPERATING IN A LIQUID MEDIUM

***Karpov Mikhail Viacheslavovich**, deputy Director, LLC "NPO Dekanter", Domodedovo, Moscow region, Russia.*

***Savinov Pavel Evgenyevich**, police senior lieutenant, Depart. STSI "Sovetsky", v. Stepnoye, Saratov region, Russia.*

***Popov Denis Vasilyevich**, director, SC Trading House "Oborudovanie i materialy", Saint Petersburg, Russia.*

***Zhumasheva Akmaral Khayratovna**, safety engineer, Stud farm "Pallasovsky", setl. Zavolzhsky, Volgograd region, Russia.*

***Keywords:** potato planter, planting device, dress liquid, constructive and regime parameters, results of studies.*

Abstract. Currently, the intensification of potato production is associated with the introduction of new planting equipment for the bedding of sprouted potatoes into the technology of its cultivation. The proposed technology should allow reducing the trauma of potato tuber sprouts. The object of this study is the technological process of planting sprouted tubers, captured from a bucket-feeder, filled with dress liquid. The search experiments and the results of laboratory studies of the developed planting apparatus made it possible to substantiate the perspective constructive-technological scheme of the spoon-transporter apparatus. The greatest influence when planting a sprouted potato is caused by traumatizing the shoots on the surface of the feeding bucket, capturing and dropping excess tubers, the value of which should be taken into account when optimizing the design and technological parameters of the plant under development. To substantiate the construction of the gripping device, theoretical studies were carried out, which determined the geometric and kinematic parameters of the spoon shape. With an increase in the movement speed, the amount of tuber ejection on the free surface increases, and so the resultant centrifugal force. At a given speed of movement with a decrease in the depth of the spoon, the tuber ejection to the surface decreases due to a decrease in the hydrodynamic force and the magnitude of the resultant centrifugal force decreases. However, it is not necessary to reduce the depth of the spoon l in order to reduce the centrifugal force, since with a decrease in the depth of the spoon l the shoulder of the centrifugal force grows and the probability of ejection from the spoon increases not only due to centrifugal force, but even to random dynamic effects on the tuber associated with eddy currents, produced by the spoons in a restricted chamber. Since the tuber in this case (the moment it touches the spoon) is not pressed against it, small moments of strength can throw it away. A critical velocity formula is obtained, when the tuber exits to the surface of the liquid to a height before the spoon leaves the free surface of the liquid. If you choose the speed of the spoon, the tuber does not "sit" on the bottom before it leaves the free surface and will be thrown out of the spoon by the resulting centrifugal force. Therefore, it makes no sense to do the depth of the spoon. Calculations showed that the depth of the spoon should be increased only in the case of low velocities, when the tuber sits at the bottom of the spoon before it leaves the free surface.

REFERENCES

1. Shardina G.E. Karpov M.V. Substantiation of the kinematic parameters of the lodgment-belt planting apparatus // Scientific review. – 2011. – № 4. – Saratov, LLC "APEX-94". – P. 117.

2. Protasov A.A. Alexandrov Yu. A. Shardina G. Ye. Karpov M.V. Method of calculation of transporter planting apparatus of potato planter. – Bulletin of the SSAU in name of N.I. Vavilov, 2013. – No. 8. – P. 71–74.

3. I.E. Idelchik. Reference book on hydraulic resistance. / Ed. M.O. Steinberg. – 3rd ed., revised and enlarged. – M.: Mechanical Engineering, 1992. – 672 p.

УДК 62-932.2+62-408.62

СМЕСИТЕЛЬ-ИНКРУСТАТОР ECOMIX – УСТРОЙСТВО ИМПУЛЬСНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ, ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ТРАВМИРОВАНИЕ СЕМЯН ПРИ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКЕ

М. В. СУХАНОВА, В. П. ЗАБРОДИН, А. В. СУХАНОВ*
Азово-Черноморский инженерный институт –
филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»
в г. Зернограде,
г. Зерноград, Ростовская обл.
****ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатики, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте»,***
г. Ростов-на-Дону

Реферат. Описан способ предпосевной обработки семян, не травмирующий семена, и устройство для его осуществления, разработанные учеными Ростовской области. Известно, что все жесткие металлические рабочие органы сельскохозяйственных машин травмируют семена. Поэтому рабочие органы разработанного устройства выполнены из эластичных материалов. Использование эластичных рабочих органов позволяет исключить травмирование семян при предпосевной обработке, значительно сократить время приготовления однородных смесей за счет способности накапливать потенциальную энергию и передавать ее сыпучему телу в виде кинетической энергии движения смешиваемых частиц. Процесс предпосевной обработки происходит изолированно внутри смесительной камеры устройства, в которой семяна перемешиваются с частицами протравителя или биопрепарата. После обработки семена транспортируются в выгрузной патрубок посредством рабочего органа – шнека с витками. В качестве камеры обработки используется полая упругая оболочка, с предварительно закрепленными на ее верхней внутренней стенке частицами протравителя или биопрепарата. При осуществлении предпосевной обработки семян согласно способу с использованием смесителя-инкрустатора камеру обработки подвергают встряхиванию и циклическому волновому колебанию, что обеспечивает приведение семян во взвешенное псевдоожиженное состояние. Предлагаемый способ предпосевной обработки семян с помощью смесителя-нкрустатора позволит снизить энергозатраты на функционирование устройства и интенсифицировать процесс обработки при экономном расходовании препаратов без истирания и повреждения семян, предотвратить потери препаратов и будущего урожая. Представленный способ предпосевной обработки безопасен для человека, улучшает санитарно-гигиенические условия труда, не разрушает семена и существенно повышает урожайность.

Ключевые слова: предпосевная обработка семян, смеситель-инкрустатор, эластичный рабочий орган, инкрустация, инокуляция.

Известно, что повреждения семян приводят к снижению жизнеспособности растений [1]. Все жесткие металлические рабочие органы сельскохозяйственных машин травмируют семена.

Предлагается использовать в качестве рабочих органов устройств для предпосевной обработки семян рабочие органы, выполненные из эластичных материалов [2].

Недостатками существующих способов предпосевной обработки семян и устройств для их осуществления являются повышенная степень травмирования семян рабочими органами устройств-протравливателей, а также значительный перерасход вещества-протравителя, которым обрабатывают семена, в расчете на одну тонну зерна – до 10 литров. При этом происходит значительное повышение влажности семян, что не позволяет вести обработку семян яровых культур в осенне-зимний период, так как снижается качество обработки, уменьшается сыпучесть семян. При обработке ранее известными способами семена обрабатываются неравномерно при неоправданно высоких временных затратах, что сказывается на продуктивных свойствах семян и урожайности и снижает качество протравливания.

Для создания более совершенной и качественной технологии предпосевной обработки семян предлагается использовать смеситель-инкрустатор семян, разработанный в Азово-Черноморском инженерном институте [3].

Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о том, что сила ударного воздействия жестких рабочих органов сельскохозяйственной техники на семена хрупких сельскохозяйственных культур, к которым относят элитные семена, семена бобовых и картофеля, больше предельной разрушающей нагрузки, которую может выдержать семя. Поэтому в качестве материала рабочих органов устройств для предпосевной обработки семян необходимо использовать упруго-эластичные материалы, не вызывающие разрушения и позволяющие снизить риски травмирования семян [4, 5].

Техническим результатом разработанного смесителя – инкрустатор Ecomix является повышение равномерности нанесения протравителя или стимуляторов роста и штаммов микроорганизмов, микроэлементов и клубеньковых бактерий на поверхность семян при одновременном сокращении времени, затрачиваемого на обработку семян, сокращении расходов указанных веществ, увеличении стойкости к химическому и механическому воздействиям, а также повышение производительности при снижении травмирования семян рабочими органами камеры протравливателя, повышение равномерности и качества покрытия семян, повышение полевой всхожести семян.

Способ предпосевной обработки семян с помощью смесителя-инкрустатора Ecomix включает подачу семян в камеру обработки, в которой на семена наносят частицы протравителя или биопрепарата. Подачу семян в камеру обработки осуществляют с одновременным сообщением камере циклических колебаний кулачками при вращении кулачкового вала для соударения семян с верхней стенкой камеры, налипания на поверхность семян частиц протравителя или биопрепарата и их совместного перемешивания. Процесс предпосевной обработки происходит изолированно внутри смесительной камеры, в которой семяна перемешиваются с частицами протравителя или биопрепарата. После обработки семена транспортируются в выгрузной патрубок посредством рабочего органа – шнека с витками. В качестве камеры обработки используют полую упругую оболочку с предварительно закрепленными

на ее верхней внутренней стенке частицами протравителя или биопрепарата [2].

При осуществлении предпосевной обработки семян согласно способу с использованием смесителя-инкрустатора камеру обработки подвергают встряхиванию и циклическому волновому колебанию, что обеспечивает приведение семян во взвешенное псевдоожиженное состояние. За счет сообщения камере циклических колебаний непосредственно кулачками вала, закрепленного под камерой, обеспечиваются оптимальная амплитуда и высокая частота колебаний, при которой достигается равномерное нанесение частиц вещества протравителя или биопрепарата на поверхность семян и их равномерное перемешивание.

Для осуществления инкрустации наносили на поверхность семян жидкий состав на основе водного раствора пленкообразователя, создающего защитную среду, в который введены вещества, стимулирующие рост и развитие растений. Эти вещества закрепляются в оболочке на поверхности семян, обеззараживают их, закрывают места микротравм, изолируют их от патогенной микрофлоры почвы, уменьшают потери биологически активных веществ с поверхности семян. В качестве пленкообразователей используют поливиниловый спирт (ПВС), натриевую соль карбоксиметилцеллюлозы (NaКМЦ), ЭПОС и другие водорастворимые полимеры. Под влиянием микроэлементов возрастает устойчивость растений к грибным и бактериальным заболеваниям и неблагоприятным условиям внешней среды: атмосферной и почвенной засухе, пониженным и повышенным температурам воздуха, почвы, условиям перезимовки и т. д.

Таким образом, предлагаемый способ предпосевной обработки семян с помощью смесителя инкрустатора позволит снизить энергозатраты на функционирование устройства и интенсифицировать процесс обработки при экономном расходовании препаратов без истирания и повреждения семян, предотвратить потери препаратов и будущего урожая. Представленный способ предпосевной обработки безопасен для человека, улучшает санитарно-гигиенические условия труда, не разрушает семена и существенно повышает урожайность.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ 17-01-00323, 17-07-00372.

ЛИТЕРАТУРА

1. Условия хранения семян [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://geopriroda.ru/seed/461-vliyanie-mexanicheskix-povrezhdenij-na.html.
2. Пат. 2618106 Рос. Федерация. Способ предпосевной обработки семян и устройство для его осуществления ; 19.01.2016 г.
3. Суханова М. В., Суханов А. В. Интеллектуальный смеситель-протравливатель с эластичными рабочими органами – основа гибридных технологий смешивания и предпосевной обработки семян // Actualscience. – 2016. – № 10. – С. 18–19.
4. Забродин В. П., Суханова М. В. Сравнительный анализ воздействия поверхности различной жесткости рабочих органов сельскохозяйственной техники на твердую частицу сыпучего тела // Вестник аграрной науки Дона. – 2017. – № 2(38). – С. 19–22.

5. Экспериментальная проверка возможности интенсификации процесса смешивания при использовании оболочки из эластичного материала / М. В. Суханова, А. В. Бондарев, С. В. Малиновский, В. С. Ваньков // Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – С. 162–165.
6. Беков Т. Конституционные конфликты // Государство и право. – 2004. – № 11. – С. 19–25.

***Суханова Майя Викторовна**, канд. техн. наук, доцент, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде: Россия, 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21.*

***Забродин Виктор Петрович**, д-р техн. наук, профессор, Азово-Черноморский инженерный институт – филиал ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет» в г. Зернограде: Россия, 347740, Ростовская обл., г. Зерноград, ул. Ленина, 21.*

***Суханов Андрей Валерьевич**, канд. техн. наук, ОАО «Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатики, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте»: Россия, 344038, г. Ростов-на-Дону, просп. Ленина, 44/13.*

Тел.: (863-59) 4-18-31
E-mail: m_suhanova@list.ru

MIXER-INCRUSTATOR «ECOMIX» - PULSE EXPOSURE DEVICE, EXCLUDING GRAIN DAMAGE DURING PRE-SOWING TREATMENT

***Sukhanova Maya Viktorovna**, Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof., Don State Agrarian University (Zernograd Branch), Zernograd, Russia.*

***Zabrodin Victor Petrovich**, Dr. of Tech. Sci., Prof., Don State Agrarian University (Zernograd Branch), Zernograd, Russia.*

***Sukhanov Andrey Valeryevich**, Cand. of Tech. Sci., Research Institute of Informatics, Automation and Communication at Railways, Rostov-on-Don, Russia.*

***Keywords:** pre-sowing seed treatment, mixer-incrustator, elastic working element, incrustation, inoculation.*

Abstract. The article describes a method of pre-sowing seed treatment, which is not injuring seeds, and the device for its implementation, developed by the scientists of the Rostov region. It is known that all rigid metal working parts of agricultural machines injure seeds. Therefore, the working elements of the developed device are made of elastic materials. The use of elastic working bodies makes it possible to exclude traumatization of seeds during pre-sowing treatment, to significantly shorten the time of preparation of homogeneous mixtures due to the ability to accumulate potential energy and transfer it to the bulk body in the form of the kinetic energy of the mixture particles' motion. The pre-sowing process is isolated inside the mixing chamber of the device, in which the seeds are mixed with the particles of the disinfectant or biopreparation. After processing, the seeds are transported to the unloading branch pipe by means of a working organ - screw with coils. The treatment chamber is a hollow elastic shell with particles of the disinfectant or biopreparation pre-mounted on its upper inner wall. During the pre-sowing treatment of seeds according to the method and using a mixer-incrustator, the treatment chamber is subjected to shaking and cyclic wave oscillation, with which the seed is brought into a suspended fluidized state. The proposed method of seed pre-sowing treatment by means of mixer-incrustator will reduce the energy consumption for the functioning of the device and intensify the processing with economical consumption of the preparations without abrasion and seed damage; it will prevent loss of preparations and the future harvest. The presented method of presowing treatment is safe for people, it improves hygienic working conditions, it does not destruct seeds and significantly increases yield.

REFERENCES

1. Usloviya hraneniya semyan [Seed storage conditions] [Electronic resource]. – Access mode: http://geopriroda.ru/seed/461-vliyanie-mexanicheskix-povrezhdenij-na.html.

2. Pat. 2618106 Ros. Federatsiya. Sposob predposevnoj obrabotki semyan i ustrojstvo dlya ego osuschestvleniya [Pat. 2618106 Rus. Federation. Method of presowing seed treatment and device for its implementation] 19.01.2016.

3. Sukhanova M.V., Sukhanov A.V. Intellektual'nyj smesitel'-protravlivatel' s elastichnymi rabochimi organami – osnova gibridnyh tehnologij smeshivaniya i predposevnoj obrabotki semyan [Intelligent mixer-etchant with elastic working elements – the basis of hybrid technologies of mixing and presowing seed treatment] // Actual science. – 2016. – No. 10. – P. 18–19.

4. Zabrodin V.P., Sukhanova M.V. Sravnitel'nyj analiz vozdejstviya poverhnosti razlichnoj zhestkosti rabochih organov sel'skohozyajstvennoj tehniki na tverduyu chastitsu sypuchego tela [Comparative analysis of the effect of the surface of various rigidity of the working organs of agricultural machinery on a solid particle of a loose body] // Bulletin of Agrarian Science of the Don. – 2017. – No. 2 (38). – P. 19–22.

5. Sukhanova M.V., Bondarev A.V., Malinovsky S.V., Vankov V.S. Eksperimental'naya proverka vozmozhnosti intensifikatsii protsessa smeshivaniya pri ispol'zovanii obolochki iz elastichnogo materiala [Experimental verification of the possibility of intensification of the mixing process using a shell of elastic material] // Innovations in Agriculture. – 2015. – P. 162–165.

6. Bekov T. Konstitutsionnye konflikty [Constitutional Conflicts] // State and Law. – 2004. – No. 11. – P. 19–25.

УДК 631.58 : 631.452 (571.54)

АГРОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА ГУМУСА И СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОДУКТИВНОСТИ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ В СЕВООБОРОТАХ СУХОЙ СТЕПИ БУРЯТИИ

А. К. УЛАНОВ, Л. В. БУДАЖАПОВ
ФГБНУ «Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»,
г. Улан-Удэ, Республика Бурятия

Реферат. Представлены результаты многолетних исследований (1993–2008 гг.) по изучению севооборотов и обработки почвы на плодородие и продуктивность каштановой почвы сухой степи Бурятии. Бездефицитный и положительный баланс гумуса, улучшение его качественного состава в зернопаровых севооборотах сухой степи Бурятии достигался только путем внесения в паровое поле навоза в дозе 40 т/га или возделывании в них донника, как на сидерат, так и на кормовые цели. Севообороты с донником, высеваемого как в замыкающем поле, так и под покров пшеницы увеличили содержание гумуса за 28 лет практически на уровне варианта внесения навоза в чистом пару (80 кг/га) со среднегодовым приращением от 60 до 110 кг/га. Севообороты с донниковыми парами (занятый и сидеральный) не уступали севообороту с чистым паром по урожайности зерновых культур и выходу зерна с единицы севооборотной площади. По выходу кормовых единиц, и особенно кормопротеиновых единиц бесспорное преимущество севооборота с занятым донником паром. Превышение составило относительно севооборота с чистым паром – 14,9–16,5%, с сидеральным донниковым паром – 16,4–19,0%. Сравнительная оценка продуктивности севооборотов с чистыми парами показала, что наилучшие показатели получены в севообороте с яровой рожью. При комбинированной системе обработки почв в четырехпольном зернопаровом севообороте отмечалось более высокое содержание гумуса (1,48%) и более лучший его качественный состав (ГК:ФК – 0,91). Средняя урожайность зерновых по комбинированной системе обработки почвы составила на неудобренном фоне 9,8 ц/га, на органическом – 12,4 и минеральном – 13,4 ц/га, что несколько превышала вариант с ежегодной отвальной вспашкой и более существенно относительно различных плоскорезных систем (на 1,3–2,7 ц/га).

Ключевые слова: каштановая почва, зернопаровые севообороты, обработка почвы, содержание и качество гумуса, урожай, продуктивность.

Плодородие почв и продуктивность севооборотов являются ключевыми критериями в оценке систем земледелия. Анализ длительных и многолетних полевых опытов в разных почвенно-климатических зонах России, в т. ч. Сибири свидетельствуют о тесной связи плодородия почвы с продуктивностью культур [1–5]. В этом отношении Бурятия не является исключением, где впервые систематизировали и обобщили имеющийся экспериментальный материал на основе многолетних стационаров в условиях сухой степи ученые Бурятского НИИСХ [6].

При этом значимость показателей плодородия почв в многолетнем и длительном ряду определяется, главным образом, динамикой измене-

ния качественных характеристик органического вещества [7–12]. В специфических природно-климатических условиях Забайкалья подобные критерии оценки и диагностики изменения гумусного состояния и продуктивности мерзлотных почв единичны [13]. В связи с этим анализ изменений содержания гумуса в каштановых почвах, с учетом продуктивности полевых культур в севооборотах и аридизации климата являются одними из приоритетных направлений в исследованиях с длительными стационарными опытами при разработке эффективных систем земледелия.

Цель работы – дать теоретическое обоснование основным элементам системы земледелия и разработать практические приемы воспроизводства плодородия и стабилизации продуктивности адаптивных севооборотов.

Условия и методика проведения исследований

Результативность исследований достигнута в 1993–2008 гг. в двух многолетних стационарных полевых опытах ФГБНУ «Бурятский НИИСХ» на каштановой почве легкого гранулометрического состава в типичных условиях сухой степи.

По плодородию исходная почва (0–20 см) характеризовалась близкой к нейтральной реакцией среды ($pH_{вод}$ 6,9 ± 0,2), низким содержанием общего (0,10 ± 0,2%) и нитратного азота (5,8 ± мг/кг), невысокой емкостью поглощения (16,8 ± 3,0%), высоким содержанием подвижного P_2O_5 (23,0 ± 1,8 мг/100 г) и повышенным обменного K_2O (9,5 ± 0,6 мг/100 г) при содержании гумуса 1,44 ± 0,13%. Почва отличалась высокой плотностью сложения (1,48 ± 0,25 г/см^3) и водопроницаемостью, низкой водоудерживающей способностью при незначительном диапазоне активной влаги (109 ± 9 мм) в метровой толще.

Метеорологические условия вегетационного периода в годы исследований (n = 16) по влагообеспеченности оказались в шести случаях (1993, 2000, 2002, 2003, 2005, 2007 гг.) ниже, в пяти (1994,1998, 2001, 2006, 2008 гг.) выше и на уровне среднемноголетних показателей (1995, 1996, 1997, 1999, 2004 гг.) при остром дефиците осадков в начальный период (май) ГТК < 0,58 и обильном выпадении (85%) во второй половине, с повышенной температурой воздуха.

В многолетнем опыте № 1, заложенном в 1981 году в течение 28 лет (7 ротаций) по изучению севооборотов представлены следующие схемы чередования культур: 1. пар чистый – овес – овес – овес на зеленую массу; 2. пар чистый – рожь – овес – овес на зеленую массу; 3. пар чистый – пшеница + донник – донник – овес на зеленую массу; 4. пар чистый – пшеница – овес – овес на зеленую массу; 5. пар занятый (донник) – пшеница – овес – овес + донник на зеленую массу; 6. пар сидеральный (донник) – пшеница – овес – овес + донник на зеленую массу. В опыте изучали три системы удобрений: 1. без удобрений, 2. минеральная (пар и под 2 культуру – N40, под 3 – N60), 3. органоминеральная (пар – навоз 40 т/га, под 2 культуру – N40, под 3 – N60).

В многолетнем опыте № 2, заложенном в 1972 году, изучали следующие системы обработки почвы: 1. вспашка на глубину 20–22 см ежегодно; 2. плоскорезная обработка на глубину 20–22 см ежегодно; 3. плоскорезная обработка на глубину 28–30 см ежегодно; 4. плоскорезная обработка

на глубину 12–14 см ежегодно; 5. пар с весны плоскорезная на 12–14 см, летом глубокое рыхление на 28–30 см; под 2 и 3 культуры – плоскорезная на 12–14 см; 6. комбинированная обработка в пару (с весны плоскорезная на 12–14 см и летом глубокая вспашка на 28-30 см) и плоскорезная на 12–14 см под 2 и 3 культуры. В опыте изучали три системы удобрений: 1. без удобрений, 2. органическая (пар – навоз 40 т/га), 3. минеральная (пар – N40, под 2 и 3 культуры – N60). Исследования проведены в четырехпольном зернопаровом севообороте: пар чистый – пшеница – овес – овес на зеленую массу.

Севообороты в опытах развернуты во времени и пространстве. Повторность опытов 3-кратная, учетная площадь делянок – 200–250 м^2. В опытах высевали районированные сорта зерновых культур. Агротехника возделывания культур в севооборотах согласно принятой зональной системой земледелия [14].

При проведении экспериментов использованы общепринятые методы полевых и аналитических исследований [15, 16]. Расчет экономической эффективности проводили в соответствии с общепринятыми рекомендациями, биоэнергетическую оценку по А. Ф. Неклюдову и др. [17]. Обработку данных проводили математико-статистическими методами [18].

Результаты исследований их обсуждение

Определение содержания гумуса после 7 ротаций в 0–20 см слое почвы показало, что в севообороте с чистым неудобренным паром по сравнению с исходным содержанием запасы гумуса уменьшились на 11,1%. Темпы минерализации составили 162 кг/га в год, т. е. в среднем за одну ротацию 4-польного зернопарового севооборота терялось 0,65 т/га (табл. 1). Применение минеральных удобрений в чистом пару сдерживало процессы минерализации гумуса. Здесь уменьшение содержания гумуса за 28 лет составило всего 1,5%, со среднегодовыми потерями – 40 кг/га.

Бездефицитный и положительный баланс гумуса в зернопаровых севооборотах сухой степи Бурятии достигался только путем внесения в паровое поле навоза в дозе 40 т/га или возделывании в них донника, как на сидерат, так и на кормовые цели. За 28 лет повышение содержания гумуса в 0–20 см слое почвы при внесении в паровое поле навоза произошло на 6,9% со среднегодовым приростом 80 кг/га. Севообороты с донником, высеваемого как в замыкающем поле, так и под покров пшеницы увеличили содержание гумуса за этот период практически на уровне варианта внесения навоза в чистом пару со среднегодовым приращением от 60 до 110 кг/га.

Определение влияния севооборотов с различными видами пара на фракционно-групповой состав гумуса после 7 ротаций, показало, что изменения, произошедшие в его качестве, прежде всего, были связаны с наиболее мобильными фракциями. Так, более узкое отношение ГК:ФК в севообороте с чистым паром на неудобренном (0,84) и минеральном фонах (0,86), по нашему мнению, происходило именно в паровом поле севооборота, в результате чего уменьшалось общее содержание гумуса и ухудшался его качественный состав (уменьшается количество гумусовых кислот, особенно гуминовых и растет величина негидролизуемого остатка).

Таблица 1 – Влияние севооборотов с различными видами пара на изменение содержания, запасов и качества гумуса почвы в слое 0–20 см (*n* = 28)

Параметр оценки		Содержание, %			Запасы, т/га		ГК ФК
		M ± m	lim	V, %	M ± m	lim	
исходная почва		1,45 ± 0,03	1,37 ± 1,54	6,7	41,5 ± 0,9	39,2 ± 44,0	0,95
Парчистый	пшеница + донник	1,56 ± 0,04	1,50 ± 1,62	4,1	44,0 ± 1,1	42,3 ± 45,7	0,93
	без удобрений	1,31 ± 0,02	1,25 ± 1,36	3,5	36,9 ± 0,6	35,3 ± 38,4	0,84
	N40	1,43 ± 0,03	1,37 ± 1,50	3,9	40,3 ± 0,9	38,6 ± 42,3	0,86
	навоз 40 т/га	1,55 ± 0,03	1,48 ± 1,62	4,3	43,7 ± 0,9	41,7 ± 45,7	0,94
Пар занятый	донник	1,53 ± 0,04	1,44 ± 1,62	5,3	43,7 ± 1,1	40,6 ± 45,7	0,93
	донник +N40	1,56 ± 0,03	1,49 ± 1,63	4,0	44,0 ± 0,9	42,0 ± 46,0	0,94
	донник + навоз 40 т/га	1,71 ± 0,03	1,65 ± 1,77	3,3	48,2 ± 0,9	46,5 ± 49,9	0,95
Пар сидеральный	донник	1,58 ± 0,03	1,52 ± 1,64	3,7	44,6 ± 0,9	42,9 ± 46,3	0,95
	донник+ N40	1,62 ± 0,03	1,56 ± 1,68	3,4	45,7 ± 0,9	44,0 ± 47,4	0,96
	донник + навоз 40 т/га	1,76 ± 0,03	1,70 ± 1,82	3,1	49,6 ± 0,9	47,9 ± 51,3	0,99
	НСР05	0,08			2,3		

В вариантах с внесением в поле чистого пара навоза, запашки подземной (как в пару, так и из-под покрова пшеницы) и надземной массы донника без внесения удобрений и с их применением отношение гуминовых кислот к фульвокислотам расширялось, приближаясь к единице в самом насыщенном варианте внесения органики (пар сидеральный с внесением навоза).

В годы исследований наивысшую продуктивность среди зерновых культур, высеваемых по чистому пару (севооборот 1, 2, 4) обеспечивала яровая рожь на всех фонах удобренности. В среднем за 1993–2008 гг. урожай яровой ржи составил 13,6–16,1ц/га, что соответственно на 36,4–43,2 и 22,0–28,3% выше урожая овса и пшеницы (табл. 2). Урожай яровой пшеницы в чистом виде по всем паровым предшественникам (севооборот 4, 5, 6) оказался одинаковым.

12-летние наблюдения урожая зерна овса по пшенице по различным паровым предшественникам показали, что они не оказывают отчетливого последействия на продуктивность этой культуры. Урожай овса, выраженный в кормовых единицах, за 16 лет также свидетельствовал о равной продуктивности этой культуры по аналогичным вариантам удобренности по пшенице по различным паровым предшественникам. Урожай зеленой массы донника в кор- мовых единицах при размещении его в этом поле севооборота (севооборот 3) в среднем за годы исследований составил 8,3–11,5 ц/га.

В повышении общей продуктивности севооборотов большое значение имеет включение в севообороты поля, занятого летними посевами овса на кормовые цели. В среднем за годы исследований наибольший урожай однолетних трав отмечался в севообороте с травяным донниковым полем – 119–157 ц/га. В остальных севооборотах зафиксирован практически одинаковый урожай зеленой массы овса по всем фонам удобренности.

Сравнительная оценка продуктивности севооборотов с чистыми парами (севооборот 1, 2, 3, 4) показала, что наилучшие показатели получены в севообороте с яровой рожью. Так, в среднем за IV–VII ротации, урожайность с 1 гектара посева зерновых составила 11,4–13,7 ц/га, что на 44,2–56,2%, 11,4–15,2% и 21,2–23,9% выше, чем в овсяном, с двумя кормовыми полями и пшеничном севооборотах соответственно. По выходу зерна с единицы севооборотной площади во всех ротациях преимущество также за севооборотом с яровой рожью. Наивысший выход кормовых единиц на всех вариантах удобренности получен в севообороте с рожью – от 11,6 до 15,2 ц/га, наименьший в овсяном – 8,3–11,3ц/га. По выходу кормопротеиновых единиц превосходство севооборота с подсевом донника под покров пшеницы – 9,3–12,2 ц/га, что на 40,2–45,3%, 9,9–11,1 и 19,6–20,9% выше, чем в овсяном, ржаном и пшеничном севооборотах соответственно.

Анализ данных по продуктивности четырехпольных севооборотов с различными видами пара (4, 5, 6 севооборот) показал неравнозначное их влияние на рассматриваемые показатели. По средней урожайности зерновых культур с 1 гектара посева и выходу зерна с единицы севооборотной площади все изучаемые севообороты оказались равны. Наибольший выход кормовых единиц отмечен в севообороте с занятым донником паром. Превышение составило относительно севооборота с чистым

паром – 14,9–16,5%, с сидеральным донниковым паром – 16,4–19,0%. По выходу кормопротеиновых единиц преимущество севооборота с занятым донником паром еще более существенно.

Таблица 2 – Урожай культур и продуктивность севооборотов, ц/га

Фон	Урожай культур, n = 16			Выход с единицы площади (среднее за IV–VII ротации)		
	первая	вторая	третья	зерна	КЕ	КПЕ
Пар чистый – овес – овес – овес на з/м						
1	9,5 ± 1,3	5,7 ± 7,0	98 ± 17	3,3 ± 0,7	8,3 ± 1,0	6,4 ± 1,1
2	11,2 ± 1,4	7,0 ± 0,8	114 ± 20	4,0 ± 0,8	9,9 ± 1,3	7,6 ± 1,1
3	11,8 ± 1,6	8,2 ± 0,9	134 ± 24	4,4 ± 0,9	11,3 ± 1,7	8,7 ± 1,3
Пар чистый – рожь – овес – овес на з/м						
1	13,6 ± 1,2	9,6 ± 0,9	97 ± 14	5,0 ± 0,8	11,6 ± 1,1	8,4 ± 0,9
2	15,5 ± 1,3	11,7 ± 1,1	115 ± 19	5,8 ± 1,0	13,7 ± 1,4	9,9 ± 1,1
3	16,1 ± 1,5	13,5 ±1,4	135 ± 22	6,1 ± 1,1	15,2 ± 1,5	11,1 ± 1,2
Пар чистый – пшеница + донник – донник – овес на з/м						
1	9,9 ± 0,8	8,3 ± 1,6	119 ± 20	2,5 ± 0,1	10,7 ± 1,6	9,3 ± 1,7
2	11,6 ± 1,0	10,0 ± 1,8	140 ± 22	2,9 ± 0,2	11,7 ± 1,7	11,0 ± 1,8
3	12,2 ± 1,1	11,5 ± 2,1	157 ± 25	3,1 ± 0,2	13,1 ± 2,1	12,2 ± 2,2
Пар чистый – пшеница – овес – овес на з/м						
1	10,6 ± 1,0	7,9 ± 0,9	100 ± 17	4,0 ± 0,7	10,1 ± 1,0	7,7 ± 0,9
2	12,7 ± 1,3	9,2 ± 1,1	121 ± 21	4,8 ± 0,8	12,0 ± 1,3	9,1 ± 1,1
3	12,9 ± 1,3	10,9 ±1,3	137 ± 23	5,0 ± 0,9	13,3 ± 1,4	10,2 ± 1,2
5. Пар занятый (донник) – пшеница – овес – овес + донник на з/м						
1	10,5 ± 1,1	7,6 ± 0,9	92 ± 14	3,9 ± 0,6	11,6 ± 1,2	10,0 ± 1,3
2	12,5 ± 1,3	9,0 ± 1,0	110 ± 17	4,6 ± 0,8	13,8 ± 1,5	12,1 ± 1,6
3	12,8 ± 1,3	10,7 ± 1,2	130 ± 20	4,9 ± 0,8	15,5 ± 1,7	13,6 ± 1,9
Пар сидеральный (донник) – пшеница – овес – овес + донник на з/м						
1	10,4 ± 1,2	7,9 ± 0,9	97 ± 14	4,0 ± 0,6	9,7 ± 0,9	7,3 ± 0,8
2	12,6 ± 1,2	9,3 ± 1,0	113 ± 17	4,7 ± 0,8	11,6 ± 1,1	8,8 ± 0,9
3	12,9 ± 1,3	11,1 ±1,3	135 ± 21	5,0 ± 0,8	13,2 ±1,2	10,0 ± 1,1
НСР05 1,3		1,3	11	0,8	1,5	1,4

Примечание. Урожай второй культуры дан в кормовых единицах без учета побочной продукции; урожай донника в занятом пару составил: 1 – 38,8 ± 8,6; 2 – 43,4 ± 9,6; 3 – 48,7 ± 10,7 ц/га.

Изучение влияния 37-летнего применения различных систем обработки почвы на содержание гумуса в слое 0–20 см показало, что в зернопаровом севообороте без применения удобрений на всех изучаемых вариантах произошло его снижение. Наиболее интенсивно снижение содержания гумуса и ухудшение его качественного состава произошло при ежегодной от-

вальной вспашке на глубину 20–22 см. Содержание гумуса на неудобренном фоне снижалось до 1,36%, а отношение ГК:ФК сужалось до 0,84 (табл. 3). Среднегодовое снижение запасов гумуса происходило на 162 кг/га.

Таблица 3 – Влияние различных систем обработки почвы на изменение содержания, запасов и качества гумуса в слое 0–20 см (n=37)

№	Вариант опыта	Содержание, %		Запасы, т/га		V, %	ГК ФК
		M ± m	lim	M ± m	lim		
1	Исходная почва	1,57± 0,05	1,47–1,67	44,9 ±1,4	42,0–47,8	7,1	0,94
2	Отвальная вспашка 20–22 см	1,36± 0,02	1,32–1,40	38,9± 0,6	37,8–40,0	3,9	0,84
3	Плоскорезная обработка 20–22 см	1,45± 0,02	1,41–1,49	41,5 ± 0,6	40,3–42,6	3,8	0,89
4	Плоскорезная обработка 12–14 см	1,40± 0,03	1,35–1,45	40,0 ±0,9	38,6–41,5	5,0	0,89
5	Комбинированная обработка	1,48± 0,04	1,42–1,54	42,3± 1,1	40,6–44,0	5,5	0,91
	$НСР_{05}$	0,07		2,0			

Ежегодные плоскорезные как на глубину 20–22 см, так и на 12–14 см сдерживали процессы минерализации гумуса: содержание здесь составило 1,45 и 1,40% соответственно, а среднегодовое снижение запасов гумуса – 93 и 131 кг/га. Отношение гуминовых кислот к фульвокислотам расширялось относительно отвальной вспашки до 0,89.

При комбинированной системе обработки почв в четырехпольном зернопаровом севообороте отмечалось более высокое содержание гумуса (1,48%) и более лучший его качественный состав (ГК:ФК – 0,91). Глубокая периодическая вспашка в пару способствовало новообразованию гумусовых веществ, что подтверждалось высоким содержанием 1-й фракции гуминовых кислот, подвижных фракций фульвокислот, снижением количества негидролизуемого остатка.

В среднем за годы исследований наибольший урожай яровой пшеницы по пару получен при комбинированной системе обработки почвы (табл. 4). Здесь урожай яровой пшеницы составил 11,4–15,1 ц/га, что соответственно на 9,7–11,8% выше, чем в варианте с обычной вспашкой и на 20,3–29,5%, чем в среднем по вариантам плоскорезных систем обработки парового поля.

В среднем за годы исследований наибольшая продуктивность второй культуры после пара на всех фонах удобренности зафиксирована на варианте с мелкой плоскорезной обработкой на 12–14 см, где в пару проводилась глубокая вспашка на 28–30 см. Прибавка урожая при данной системе обработки почвы по сравнению с ежегодной вспашкой составила по зерну за 12 лет 0,6–0,7 ц/га, а по кормовым единицам за 16 лет соответственно 0,6–1,4 ц/га. Наибольший урожай третьей культуры после пара, овса на зеленую массу отмечен в варианте ежегодной отвальной обработки.

Преимущество в урожае относительно комбинированной системы обработки почвы составило 4–5 ц/га, а различных плоскорезных обработок – 11–20 ц/га.

По выходу зерна на 1 га севооборотной площади варианты с отвальной системой обработки почвы в среднем по ротациям практически равнозначны и превосходили различные плоскорезные системы: на неудобренном фоне на 19,8%, на органическом – 17,3 и минеральном – 13,8%. Выход кормовых единиц с 1 га севооборотной площади в среднем по ротациям в варианте с комбинированной системой обработки почвы составил 8,6–13,4 ц, что несколько больше, чем при ежегодной отвальной вспашке, и на 14,7–23,7%, чем в среднем по различным плоскорезным обработкам.

Таблица 4 – Урожай культур и продуктивность зернопарового севооборота в зависимости от обработки почвы, ц/га

Фон	Урожай культур в севообороте, n = 16				Выход с единицы площади (среднее за IV–VII ротации)	
	пшеница	овес		овес на з/м	зерна	КЕ
		зерна	КЕ			
1	2	3	4	5	6	7
1. Вспашка на глубину 20–22 см						
1	10,2 ± 1,1	7,5 ± 1,0	7,7 ± 0,9	53 ± 7	4,8 ± 0,2	8,3 ± 0,3
2	13,4 ± 1,5	10,0 ± 1,5	10,5 ± 1,4	73 ± 9	6,0 ± 0,3	10,8 ± 0,5
3	13,6 ± 1,6	11,4 ± 1,7	12,2 ± 1,7	94 ± 12	6,5 ± 0,4	12,4 ± 0,7
2. Плоскорезная обработка на 20–22 см						
1	8,7 ± 0,6	6,8 ± 0,8	7,0 ± 0,7	40 ± 6	4,1 ± 0,1	6,9 ± 0,1
2	12,2 ± 1,0	9,4 ± 1,3	10,2 ± 1,3	56 ± 7	5,3 ± 0,3	9,5 ± 0,3
3	12,3 ± 1,2	10,9 ± 1,6	11,9 ± 1,6	77 ± 11	5,7 ± 0,3	11,1 ± 0,5
3. Плоскорезная обработка на 28–30 см						
1	8,9 ± 0,7	6,7 ± 0,7	6,8 ± 0,7	42 ± 7	4,1 ± 0,1	7,1 ± 0,1
2	12,6 ± 1,1	9,4 ± 1,3	10,6 ± 1,6	60 ± 8	5,4 ± 0,3	10,0 ± 0,3
3	12,6 ± 1,2	11,3 ± 1,5	12,5 ± 1,7	80 ± 12	5,9 ± 0,4	11,6 ± 0,5
4. Плоскорезная обработка на 12–14 см						
1	8,5 ± 0,6	6,5 ± 0,7	6,6 ± 0,7	40 ± 6	3,9 ± 0,1	6,7 ± 0,1
2	11,2 ± 1,0	8,4 ± 1,0	9,5 ± 1,3	53 ± 7	4,6 ± 0,2	9,0 ± 0,2
3	12,2 ± 1,2	9,9 ± 1,2	11,1 ± 1,6	76 ± 11	5,5 ± 0,4	10,7 ± 0,5
5. Пар – обработка на 28-30 см; под 2 и 3 культуры – плоскорезная на 12–14 см						
1	9,1 ± 0,7	6,8 ± 0,8	7,0 ± 0,8	40 ± 6	4,1 ± 0,1	7,1 ± 0,1
2	12,3 ± 1,1	9,6 ± 1,3	10,8 ± 1,6	59 ± 8	5,4 ± 0,3	9,8 ± 0,4
3	13,1 ± 1,2	11,4 ± 1,7	12,6 ± 1,9	81 ± 11	6,0 ± 0,4	11,6 ± 0,6

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
6. Комбинированная обработка						
1	11,4 ± 1,0	8,2 ± 1,0	8,3 ± 0,9	48 ± 7	4,9 ± 0,2	8,6 ± 0,2
2	14,7 ± 1,5	10,6 ± 1,4	11,8 ± 1,7	69 ± 8	6,2 ± 0,4	11,3 ± 0,4
3	15,1 ± 1,5	12,1 ± 1,7	13,6 ± 2,0	90 ± 13	6,7 ± 0,4	12,9 ± 0,7
$НСР_{05}$ 1,5		1,4	1,7	10	0,5	0,7

Примечание. Урожай овса по зерну дан по 12 годам (без 2003, 2006-2008 гг.); урожай в КЕ дан по 16 годам без учета побочной продукции

Выводы

1. Воспроизводство количественных и качественных характеристик гумуса каштановых почв в зернопаровых севооборотах достигается путем внесения в паровое поле навоза в дозе 40 т/га или возделывании в них донника, как на сидерат, так и на кормовые цели. Комбинированная система обработки почвы в севообороте снижает эрозионные потери гумуса, способствует образованию гумусовых веществ с удовлетворительным качественным составом при увеличении глубины гумусового горизонта.

2. В условиях сухой степи севооборот с яровой рожью обеспечивает лучшие показатели по продуктивности с единицы площади относительно пшеничного и овсяного севооборотов. Севообороты с донниковыми парами (занятый и сидеральный) не уступают севообороту с чистым паром по урожайности зерновых культур и выходу зерна с единицы севооборотной площади. По выходу кормопротеиновых единиц преимущество севооборота с занятым донником паром.

3. Наивысшую продуктивность 4-польного зернопарового севооборота обеспечивает комбинированная система обработки почвы, при которой мелкие плоскорезные рыхления на 12–14 см под вторую и третью культуры прерываются глубокой вспашкой в пару на 28–30 см. Применение минеральных удобрений, нивелирует отрицательное влияние длительных плоскорезных обработок на продуктивность культур севооборота, высеваемых по стерневым предшественникам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Доспехов Б. А. Действие 60-летнего применения удобрений, севооборотов и бессменных культур на плодородие почв // Некоторые вопросы интенсификации земледелия СССР и ЧССР : сб. науч. трудов. – М., 1977. – С. 65–69.
2. Храмцов И. Ф., Воронкова Н. А. Эффективность минеральных и органических удобрений на черноземных почвах Западной Сибири // Сибирский вестник с.-х науки. – 2005. – № 3. – С. 3–8.
3. Трубников Ю. Н. Эффективность органических удобрений на кислых почвах Приенисейской Сибири // Сибирский вестник с.-х науки. – 2012. – № 1. – С. 24–30.
4. Гамзиков Г. П. Состояние и перспективы исследований в длительных стационарных опытах с удобрениями в Сибири // Плодородие. – 2016. – № 5(92). – С. 6–9.

5. Сычев В. Г. Значение предшественника для повышения эффективности удобрений в исследованиях географической сети опытов // Плодородие. – 2016. – № 1(88). – С. 3–8.
6. Бохиев В. Б., Батудаев А. П., Лапухин Т. П., Уланов А. К. Научные основы систем земледелия Бурятии. – Улан-Удэ : Изд-во БГСХА имени В. Р. Филиппова, 2008. – 480 с.
7. Лыков А. М. Гумус и плодородие почвы. – М. : Московский рабочий, 1985. – 191 с.
8. Концепция оптимизации режима органического вещества в агроландшафтах // Кирюшин В. И., Ганжара Н. Ф., Кауричев И. С. и др. – М. : Изд-во МСХА, 1993. – 93 с.
9. Фокин А. Д. О роли орагнического вещества почв в функционировании природных и сельскохозяйственных экосистем // Почвоведение. – 1994. – № 4. – С. 38–40.
10. Шарков И. Н. Концепция воспроизводства гумуса в почвах // Агрохимия. – 2011. – № 12. – С. 21–27.
11. Борисов Б. А., Ганжара Н. Ф. Органическое вещество почв (генетическая и агрономическая оценка). – М., 2015. – 214 с.
12. Семенов В. М., Когут Б. М. Почвенное органическое вещество. – М., 2015. – 233 с.
13. Чимитдоржиева Г. Д. Органическое вещество холодных почв. – Улан-Удэ, 2016. –388 с.
14. Система земледелия Бурятской АССР // Рекомендации / ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние БурНИИСХ. – Новосибирск, 1989. – 332 с.
15. Агрохимические методы исследования почвы. – М. : Наука, 1975. – 494 с.
16. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М. : Агропромиздат, 1985. – 352 с.
17. Неклюдов А. Ф., Киньшакова В. Д., Копейкин О. В. Биоэнергетическая оценка севооборотов : методические рекомендации / РАСХН, Сиб. отд. Сиб. НИИСХ. – Новосибирск, 1993. – 36 с.
18. Дмитриев Е. А. Математическая статистика в почвоведении. – М., 2009. – 329 с.

***Александр Кимович Уланов**, канд. с.-х. наук, доцент, зав. лабораторией агрохимии и аридного земледелия, ФГБНУ «Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»: Россия, 670045, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Третьякова, 25.*

***Лубсан Владимирович Будажапов**, д-р биол. наук, профессор, директор института, глав. науч. сотрудник лаборатории агрохимии и аридного земледелия, ФГБНУ «Бурятский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»: Россия, 670045, Республика Бурятия, г. Улан-Удэ, ул. Третьякова, 25.*

Тел.: (951) 636-69-86
E-mail: global@burniish.ru

AGRONOMIC ASPECTS OF HUMUS REPRODUCTION AND CHESTNUT SOILS PRODUCTIVITY STABILIZATION IN THE DRY-STEP CROP ROTATIONS OF BURYATIA

***Ulanov Aleksandr Kimovich**, Cand. of Agric. Sci., Ass. Prof., Buryat Research Institute of Agriculture, Ulan-Ude, Russia.*

***Budazhapov Lubsan Vladimirovich**, Dr. of Biol. Sci., Prof., Director, Buryat Research Institute of Agriculture, Ulan-Ude, Russia.*

Keywords: *chestnut soil, grain fallow crop rotation, cultivation, content and quality of humus, yield, productivity.*

Abstract. The results of long-term studies (1993–2008) on examining crop rotations and soil cultivation for fertility and productivity of chestnut soil in the dry steppe of Buryatia are presented. The self-supporting and positive balance of humus and the improvement of its qualitative composition in the dry-steppe grain fallow crop rotations of Buryatia was achieved only by introducing manure in a fallow field at a dose of 40 tons/ha or cultivating a sweet clover in them, both for green manure and forage purposes. The crop rotation with the sweet clover, sown both on the closing field and under wheat cover, increased the humus content in 28 years practically at the level of the application of manure to clean fallows (80 k/ha) with an average annual increment from 60 to 110 kg/ha. The rotation with the sweet clover fallows (both seeded and green manure) was not less than the crop rotation with pure fallows for the yield of grain crops and the yield of grain from a unit of crop rotation area. In the output of feed units, and especially of feed-protein units, the indisputable advantage has crop rotation with seeded sweet clover fallows. The excess relative to a crop rotation with pure fallows was 14.9–16.5%, and to the one with green manure sweet clover fallows – 16.4–19.0%. A comparative assessment of the pure fallows crop rotations productivity showed that the best indicators were obtained in the rotation with spring rye. With a combined soil treatment system, a higher humus content (1.48%) and a better quality composition (GK: FC – 0.91) were noted in the four-field grain fallow crop rotation. The average grain yield according to the combined soil treatment system was 9.8 c/ha on non-fertilized ground, 12.4 c/ha on the organic fertilizer, and 13.4 c/ha on a mineral one, slightly higher than the annual plowing and more significantly than with different subsurface plowing systems (by 1.3–2.7 c/ha).

REFERENCES

1. Dospekhov B.A., 60-year-old application of fertilizers, crop rotations and permanent crops on soil fertility // Some questions of the intensification of agriculture in the USSR and Czechoslovakia: Sat. sci. works. – M., 1977. – P. 65–69.

2. Khramtsov I.F., Voronkova N.A. Effectiveness of mineral and organic fertilizers on black soils of Western Siberia // Siberian Herald of Agricultural Sciences. – 2005. – No. 3. – P. 3–8.

3. Trubnikov, Yu.N. Efficiency of organic fertilizers on acidic soils of the Prieniseyskaya Siberia // Siberian Herald of the Agricultural Sciences. – 2012. – No. 1. – P. 24–30.

4. Gamzikov G.P. The state and prospects of research in long-term stationary experiments with fertilizers in Siberia // Fertility. – 2016. – No. 5 (92). – P. 6–9.

5. Sychev V.G. The value of the predecessor for increasing the efficiency of fertilizers in studies of the geographic network of experiments // Fertility. – 2016. – No. 1 (88). – P. 3–8.

6. Bohiev V.B., Batudaev A.P., Lapukhin T.P., Ulanov A.K. Scientific bases of the systems of agriculture in Buryatia. – Ulan-Ude: Publishing house of the State Agricultural Academy named after V.R. Filippov, 2008. – 480 p.

7. Lykov A. M. Humus and soil fertility. – Moscow: The Moscow Worker, 1985. – 191 p.

8. The concept of optimizing the regime of organic matter in agrolandscapes // Kiryushin V.I., Ganzhara N.F., Kaurichev I.S., etc. – M.: MSHA Publishing House, 1993. – 93 p.

9. Fokin A.D. About the role of orangic substance of soils in the functioning of natural and agricultural ecosystems // Pochvovedenie. – 1994. – № 4. – P. 38–40.

10. Sharkov, I. N. The concept of humus reproduction in soils // Agrochemistry. – 2011. – No. 12. – P. 21–27.

11. Borisov B.A., Ganzhara N.F. Organic substance of soils (genetic and agronomic evaluation). – M., 2015. – 214 p.

12. Semenov V.M., Kogut B.M. Soil organic matter. – M., 2015. – 233 p.

13. Chimitdorzhieva G.D. Organic matter of cold soils. -Ulan-Ude, 2016. –388 p.

14. The system of agriculture of the Buryat ASSR // Recommendations / VASKhNIL. Sib. deposit of BurNIISK. – Novosibirsk, 1989. – 332 p.

15. Agrochemical methods of soil investigation. – M.: Science, 1975. – 494 p.

16. Dospekhov B.A. Methodology of field experience. – M.: Agropromizdat, 1985. – 352 p.

17. Neklyudov A.F., Kinshakova V.D., Kopeikin O.V. Bioenergetic assessment of crop rotations: methodical recommendations / RAAS, Sib. ord. Sib. NIISH. – Novosibirsk, 1993. – 36 p.

18. Dmitriev E.A. Mathematical Statistics in Soil Science. – M., 2009. – 329 p.

УДК 631.171+631.173

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ В ХОЗЯЙСТВАХ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Ф. А. КИПРИЯНОВ, П. А. САВИНЫХ
ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия имени Н. В. Верещагина»,
г. Вологда

Реферат. Одним из важнейших условий успешного функционирования сельскохозяйственных предприятий, основным видом деятельности которых является молочное животноводство, является кормовая база, в значительной мере определяющая себестоимость конечного продукта. Структура посевных площадей определяя марочный состав техники, занятой на возделывании и уборке, предъявляет соответствующие требования как к надежности техники, так и к готовности к выполнению агротехнических операций. Так за период исследований, площади, под техническими культурами практически не претерпели изменений, однако, сформировалась тенденция снижения площадей, занятых под кормовыми культурами, с увеличением доли площадей под зерновыми, что, возможно, обусловлено увеличением продуктивности животных и ростом потребности в концентрированных кормах. Степень старения основных видов сельскохозяйственной техники, таких как комбайны: зерноуборочные и кормоуборочные, тракторный парк и энергонасыщенное оборудование, применяемое, например, в животноводстве или зерносушильном хозяйстве, в целом определяет потенциальную возможность своевременного выполнения агротехнических операций. Для оценки степени старения сельскохозяйственной техники, тракторов и основных видов оборудования предлагается использовать коэффициент старения, отражающий динамику изменения возрастной характеристики техники и оборудования. Так при коэффициенте старения больше единицы, формируется тенденция к физическому и моральному старению техники. Снижение коэффициента старения меньше единицы, отражает тенденцию обновления парка техники и оборудования. Открытым остается вопрос определения максимально допустимого, критического значения коэффициента старения, определяющего полную деградацию парка сельскохозяйственной техники, тракторов или энергонасыщенного оборудования, что может повлечь за собой ликвидацию сельскохозяйственного предприятия.

Ключевые слова: предприятия АПК, сельскохозяйственная техника, тракторы, зерноуборочные комбайны, обновление парка, коэффициент ликвидации, коэффициент обновления, коэффициент старения.

Основу успешного функционирования предприятий АПК, направлением хозяйственной деятельности которых является производство молока, составляет кормовая база, представленная в основном кормовыми 61,3% и зерновыми культурами 31,2% (табл. 1).

Таблица 1 – Укрупненная структура посевных площадей сельскохозяйственных культур в Вологодской области

Культуры	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Зерновые культуры	24,7	24	29,6	28,1	31,3	31,2
Технические культуры	1,5	1,9	2,4	1,5	1,6	1,6
Картофель и овощи	5,2	4,6	4,7	5,4	5,5	5,9
Кормовые культуры	68,6	69,5	63,3	65	61,6	61,3

На протяжении семнадцати лет, доля площадей, приходящаяся на технические культуры и картофель, практически не изменилась, оставшись на уровне около 1,5 и 6%% соответственно [1]. Наметилась тенденция снижения доли кормовых культур на фоне увеличения площадей под зерновые, что в основном обуславливается возросшим потенциалом продуктивности молочного скота и других видов животных, так, например, среднегодовой надой на одну корову вырос практически в 2,1 раза и составил 6440 кг в 2016 году. Что позволило при сокращении поголовья крупного рогатого скота в 1,9 раза с 2000 года, сохранить производство молока за отчетный период почти на уровне 2000 года [2, 3].

Стабильное функционирование всех отраслей предприятий агропромышленного комплекса обеспечивается состоянием основных видов сельскохозяйственной техники: их количеством, степенью обновления, энергонасыщенностью, эффективностью использования и т. д. [4].

Для оценки степени обновления или старения парка сельскохозяйственной техники, а также различного оборудования, например, доильных установок на животноводческих комплексах и т. д., можно предложить использование коэффициента старения парка (оборудования) $К_{ст}$, представляющий собой отношение количества списанной техники $N_{сп}$ к количеству новой техники $N_{н}$, либо соотношение коэффициентов ликвидации $К_{л}$ и коэффициентов обновления $К_{о}$:

$$К_{ст}=N_{сп}/N_{н}=К_{л}/К_{о} \qquad (1)$$

где, $К_{ст}$, – коэффициент старения; $N_{сп}$ – количества списанной техники (оборудования); $N_{н}$ – количеству новой техники (оборудования); $К_{л}$ – коэффициент ликвидации; $К_{о}$ – и коэффициентов обновления.

При $К_{ст} > 1$ можно будет говорить о преобладании количества ликвидированной техники, над количеством новой, $К_{ст} < 1$ свидетельствует об обновлении парка и оборудования. В то же время следует определить пороговое или критическое значение коэффициента старения, характеризующее стремительное ухудшение материально-технической базы.

Оценивая тенденции количественных изменений по основным категориям сельскохозяйственной техники (табл. 2), следует отметить сокращение парка тракторов более чем в 3,5 раза, что при превышении коэффициента списания, над коэффициентом обновления в 2016 в 1,4 раза (коэффициент старения $К_{ст}$), подчеркивает стремительное старение эксплуатируемых тракторов. Однако, следует отметить, что коэффициент старения парка в последние три года, по сравнению с предыдущим периодом, снизился, хотя и остается больше единицы.

Применяя коэффициент старения $К_{ст}$ для оценки состояния парка зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов (табл. 2), можно отметить, что в 2016 в парке зерноуборочных комбайнов, количество вновь приобретаемой техники стало преобладать над количеством списанной. Для кормоуборочных комбайнов такая тенденция наметилась с 2014 года, что, скорее всего, связано с преобладанием в структуре посевных площадей кормовых культур (табл. 1), росту их урожайности и необходимостью обеспечения кормовой базы.

Парк зерноуборочных комбайнов сельскохозяйственных предпри-

ятий Вологодской области в основном представлен комбайнами отечественного производства (рис. 1). Основную часть которого, составляет продукция концерна «Ростсельмаш» (50% от общего количества комбайнов).

Таблица 2 – Динамика изменения основных видов сельскохозяйственной техники

Вид техники	2000 г.	2005 г.	2010 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Тракторы	11589	7473	4941	3595	3432	3259
К-т ликвидации	7	7,8	5,4	5,9	4,6	5
К-т обновления	3,6	2,7	2,8	4,5	2,4	3,7
К-т старения парка	1,9	2,9	1,9	1,3	1,9	1,4
Зерноуборочные комбайны	1468	937	579	398	371	352
К-т ликвидации	8,5	12,2	10	10	8,2	3,5
К-т обновления	2,8	5,2	1,7	5,3	5,9	4,8
К-т старения парка	3,0	2,3	5,9	1,9	1,4	0,7
Кормоуборочные комбайны						
К-т ликвидации	4,7	6,4	8,7	5	4,6	4
К-т обновления	4,8	2,6	4,6	5	5,3	6,8
К-т старения парка	1,0	2,5	1,9	1,0	0,9	0,6

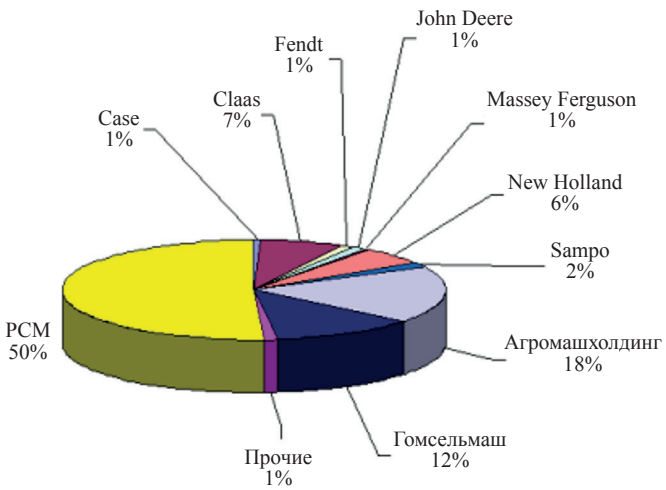


Рисунок 1. Структура парка зерноуборочных комбайнов Вологодской области

Совместно с комбайнами «Агромашхолдинг» доля отечественных комбайнов составляет 68% от всего парка, что на начальном этапе программы импортозамещения соответствует тенденциям развития агропромышленного комплекса России.

Однако стоит отметить, что в структуре парка комбайнов отечественного производства, например, концерна «Ростсельмаш» количество комбайнов, снятых с производства достигает 30%, к ним относятся комбайны СК-5, СК-5М, СК-5М-1, чье

производство было прекращено еще в 2003 г. и ранее.

Импортная техника представлена в основном комбайнами белорусского производства концерна «Гомсельмаш», далее по 6 и 7%% приходится на фирмы «NEW HOLLAND» и «CLASS» соответственно.

Анализируя мощностные характеристики парка тракторов и зерноуборочных комбайнов (рис. 2), следует отметить увеличение мощности двигателя приобретаемой техники, так в период с 1980 рост мощности тракторов составил 76 л/с на единицу в среднем по парк, у зерноуборочных комбайнов рост мощности двигателя составил 179 л/с.

Увеличение мощности эксплуатируемой техники ставит на первое место вопрос о повышении эффективности ее использования с целью обеспечения необходимого уровня надежности технологических процессов (технологической надежности) в отраслях сельскохозяйственного производства [5–8], тем самым обеспечив продовольственную безопасность страны и конкурентоспособность отечественных производителей сельскохозяйственной продукции на мировых рынках [2, 3, 6].

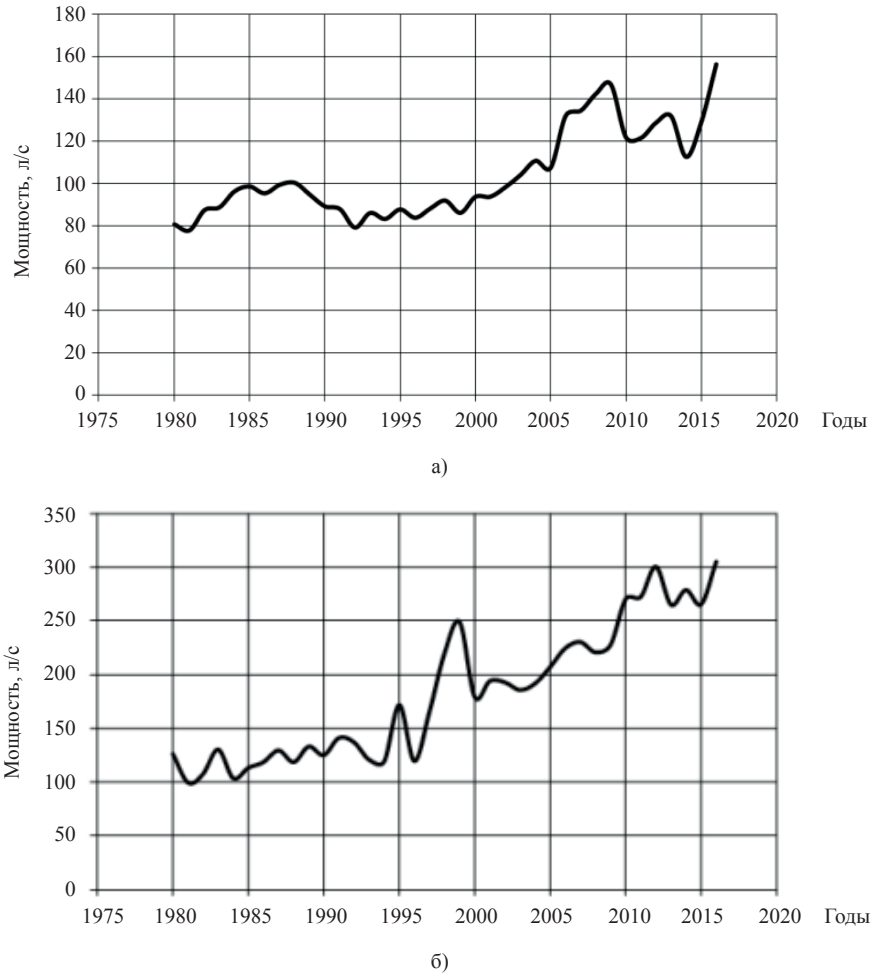


Рисунок 2. Динамика изменения мощностных характеристик приобретаемой техники. а) – тракторы; б) – зерноуборочные комбайны

ЛИТЕРАТУРА

1. Статистический ежегодник Вологодской области. 2016 : Стат .сб. – Вологда.
2. Юренева Т. Г., Баринова О. И. Анализ финансового состояния сельскохозяйственных организаций Вологодской области в период внешнеэкономических санкций // Экономика сельскохозяйственных и перерабатывающих предприятий. – 2018. – № 1. – С. 39–44.
3. Баринова О. И., Юренева Т. Г. Финансовое состояние сельскохозяйственных организаций Вологодской области в период экономических санкций // Беловский сборник. – 2017. – Вып. 3. – С. 350–354.
4. Киприянов Ф. А., Медведева Н. А. Формирование условий эффективного использования машинно-тракторного парка в условиях вологодской области // Инновационный путь развития предприятий АПК : сб. науч. трудов по материалам XXXIX Междунар. науч.-практ. конференции профессорско-преподавательского состава. – 2016. – С. 204–208.
5. Савиных П. А. Повышение эффективности функционирования технологических линий приготовления и раздачи кормов путем совершенствования процессов и средств механизации : автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.20.01. – СПб. : Пушкин, 1999. – 567 с.
6. Кузин А. А., Медведева Н. А., Прозорова М. Л. Сценарные прогнозы развития сельского хозяйства Вологодской области // Вестник АПК Верхневолжья. – 2014. – № 3(27). – С. 9–13.
7. Маслов Г. Г., Ткаченко В. Т. Проблемы повышения качества механизированных работ // Научный журнал КубГАУ. – Scientific Journal of KubSAU. – 2015. – № 107. – С. 318–332.
8. Смелик В. А. Критерии оценки и методы обеспечения технологической надежности сельскохозяйственных агрегатов с учетом вероятностной природы условий их работы : автореф. дис. … д-ра техн. наук. – СПб.,1999. –561 с.

***Киприянов Федор Александрович**, канд. техн. наук, доцент кафедры «Энергетические средства и технический сервис», ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина», 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2.*

***Савиных Петр Алексеевич**, д-р технических наук, профессор кафедры «Технические системы в агробизнесе», ФГБОУ ВО «Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина»: Россия, 160555, г. Вологда, с. Молочное, ул. Шмидта, 2.*

Тел.: (951) 733-68-93
E-mail: kipriyanovfa@bk.ru

ASSESSMENT OF THE CHANGE DYNAMICS IN AGRICULTURAL MACHINERY AT THE FARMS OF THE VOLOGDA REGION

***Kipriyanov Fedor Aleksandrovich**, Cand. of Tech. Sci., Ass. Prof., Vologda State Dairy Farming Academy, Vologda, Russia.*

***Savinykh Petr Alekseevich**, Dr. of Tech. Sci., Prof., Vologda State Dairy Farming Academy, Vologda, Russia.*

***Keywords:** agricultural enterprises, agricultural machinery, tractors, grain harvesters, fleet renewal, liquidation factor, renewal factor, aging rate.*

Abstract. One of the most important conditions for the successful operation of agricultu-

ral enterprises, the main activity of which is dairy farming, is the fodder base, which largely determines the cost of the final product. The structure of cultivated areas, determining the brand composition of machinery engaged in cultivating and harvesting, makes appropriate demands for the reliability of machinery and its readiness for agrotechnical operations. So during the period of research, the area under industrial crops practically did not change, however, there is a tendency of decreasing the areas occupied by fodder crops with the increase in the share of areas under grain crops, which is probably due to the increase in the productivity of animals and the growing demand for concentrated fodder. The aging degree of the main types of agricultural machinery, such as grain harvesters and forage harvesters, a tractor fleet and energy intensive equipment, used, for example, in livestock breeding or grain drying, generally determines the potential for timely performance of agrotechnical operations. To evaluate the degree of aging of agricultural machinery, tractors and basic types of equipment, it is proposed to use the aging coefficient, which reflects the dynamics of changes in the aging characteristics of machinery and equipment. So, with an aging rate of more than one, a tendency is formed to the physical and moral aging of technology. The reduction in the aging rate to the value less than one reflects the trend of renewal of machinery and equipment. The question of determining the maximum permissible, critical value of the aging coefficient, which determines the complete degradation of the fleet of agricultural machinery, tractors or energy intensive equipment, which may entail the liquidation of the agricultural enterprise, remains open.

REFERENCES

1. Statistical Yearbook of the Vologda region. 2016: Stat. – Vologda.

2. Yureneva T.G., Barinova O.I. Analysis of the financial condition of agricultural organizations in the Vologda region in the period of foreign economic sanctions // Economics of agricultural and processing enterprises. – 2018. – No. 1. – P. 39–44.

3. Barinova O.I., Yureneva T.G. The financial condition of agricultural organizations in the Vologda region in the period of economic sanctions // Belovsky collection. – 2017. – Issue. 3. – P. 350–354.

4. F.A. Kipriyanov, N.A. Medvedev. Formation of conditions for the effective use of the machine and tractor fleet in the conditions of the Vologda region // Innovative way of development of the agroindustrial complex enterprises: coll. sci. works on the materials of XXXIth International. scientific-practical conference of the teaching staff. – 2016. – P. 204–208.

5. Savinykh P.A. Increase of efficiency of functioning of technological lines of preparation and distribution of forages by improvement of processes and means of mechanization: the author's abstract. dis. ... Dr. techn. Sciences: 05.20.01. – St. Petersburg. : Pushkin, 1999. – 567 p.

6. Kuzin A.A., Medvedeva N.A., Prozorova M.L. Scenario forecasts of the development of agriculture in the Vologda region // Bulletin of the agrarian and industrial complex of the Upper Volga. – 2014. – No. 3 (27). – P. 9–13.

7. Maslov G.G., Tkachenko V.T. Problems of Improving the Quality of Mechanized Works // Scientific Journal of KubSAU . – Scientific Journal of KubSAU. – 2015. – No. 107. – P. 318–332.

8. Smelik V.A. Evaluation criteria and methods for ensuring the technological reliability of agricultural aggregates taking into account the probabilistic nature of the conditions of their work: Abstract of thesis. dis. ... Dr. techn. sciences. – St. Petersburg, 1999. – 561 sec.

УДК 634.93

ВЫСОТА РАСТЕНИЙ КАК РАСЧЕТНЫЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ПРИ ПРОГНОЗЕ РАЗВИТИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА В БОГАРНЫХ АГРОЛЕСОЛАНДШАФТАХ

О. В. РУЛЕВА, Н. Н. ОВЕЧКО
ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук», г. Волгоград

Реферат. Производство сельскохозяйственной продукции требует глубокого знания процессов, происходящих на полях под влиянием лесных полос, погодных условий, направленных на формирование продуктивности сельскохозяйственных культур, прогнозирования их развития. Для получения стабильных урожаев необходимо знание биологических основ развития агрофитоценоза. Из всех биометрических измерений, проводимых в растительном сообществе, высота является наиболее точно определяемым показателем. Помимо этого он связан с другими фитометрическими показателями подсолнечника: площадью листьев, надземной фитомассой, что делает эту характеристику перспективной для определения других параметров более сложных в методическом отношении. На основе эмпирических данных, полученных в трех хозяйствах Волгоградской области в разных погодных, почвенных условиях, сортовой принадлежности по высоте стеблей подсолнечника моделируется динамика развития культуры за вегетацию в пространстве межполосной клетки. Лесные полосы в обоих хозяйствах плотной конструкции 4-х и 5-ти рядные 8–10 м. Обработка полей под подсолнечником классическая и по технологии no-till. В статье обосновывается изменение динамики роста подсолнечника по фазам развития в виде логистической функции, различающиеся коэффициентами a и b в зависимости от вышеперечисленных факторов Логистическая функция, лежащая в основе роста подсолнечника позволяет описать все изменения развития культуры в пространстве межполосной клетки в виде экспоненциальной зависимости. По нормированным данным за три года по 4 факторам была получена зависимость вида $y=0,9\cdot\exp(-0,37\cdot x)$ с коэффициентом детерминации 0,8, позволяющая прогнозировать развитие подсолнечника в хозяйствах Волгоградской области. Способ расчета параметров высоты растения в виде логистической функции запатентован.

Ключевые слова: высота растений, влияние лесных полос, прогноз развития, логистическая функция, экспоненциальная зависимость.

Все количественные показатели тех или иных изменений растительного сообщества или отдельно взятого растения проводятся в виде измерений. Наиболее простым и надежным показателем измерения является фиксирование длины побега [1]. Помимо этого изучение «геометрического» результата роста составляет одну из важнейших задач динамической морфологии или учения о морфогенезе растений [2]. Рост растений в большинстве случаев подчиняется ходу сигмоидных кривых: вначале он идет медленно, потом ускоряется, достигает максимальной скорости, затем замедляется и прекращается. В основе математического расчета – закономерность, описываемая логистической функцией. Универсальность этой функции в удовлетворительной аппроксимации и интерпретации росто-

вого процесса за весь период вегетации с обоснованием отдельных этапов органогенеза и физической сущности данного процесса [3, 4].

Целью исследований являлось выявление закономерностей развития подсолнечника под защитой лесных полос для дальнейшего прогноза его биопродуктивности.

Материалы и методы

Исследования проводились в Михайловском районе Волгоградской области ИП «Ишкин А. В.» и в землепользовании «Качалинское». В качестве изучаемой культуры в 2016–2017 гг – гибрид подсолнечника LG 5456 современной селекции с периодом вегетации 90–95 дней. Лесная полоса высотой 10 м из вяза приземистого плотной конструкции. Почвы – южные черноземы. Обработка полей производилась по технологии No-till. В качестве сравнения взят подсолнечник сорта «Родник». Исследования проводились в 1999 г в Волгоградской области землепользование «Качалинское» на каштановых почвах. Обработка полей классическая – отвальная вспашка. Лесная полоса плотная 5-ти рядная вязовая со смородиной золотой, 8–10 м.

Результаты и обсуждение

В 1999 году по данным метеослужбы г. Волгограда относительная влажность воздуха была минимальной и составляла 47–58% за вегетационный сезон.

2016 год из периода исследований по Волгоградской области по данным Фроловской метеостанции был наиболее влагообеспеченный и составлял в мае 179 мм. Характер влагообеспеченности схож с 2017 годом, но количество дней с осадками в 2016 году составило 52 дня, в 2017 – 16 дней, но ливневого характера (табл. 1).

В 2017 году по данным Михайловской метеостанции наблюдалось обильное выпадение осадков. За 6 вегетационных месяцев, начиная с апреля, количество дней с ливневыми осадками составило 40 дней, что является аномальным, наибольшее количество осадков выпало в апреле. В связи с этим посев подсолнечника осуществлялся 13 мая, позже, чем в другие года. Анализ климатических характеристик за три года выявил их неоднозначный характер. Наиболее засушливым был 1999 год, наиболее влажным – 2016 год.

Таблица 1 – Климатические характеристики

Месяц	Средняя температура воздуха, °С	Средняя относительная влажность, %	Количество выпавших осадков, мм	Количество дней с осадками
1	2	3	4	5
1999 год				
май	+12,44	57,83	1,31	12
июнь	+22,80	47,46	1,71	6
июль	+25,53	48,71	0,59	8
август	+23,35	53,07	1,79	6
сентябрь	+15,30	56,74	0,36	6
2016 год				
май	+16,1	72	179	18

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5
июнь	+21,0	60	35	8
июль	+23,7	56	17	9
август	+24,8	52	16	6
сентябрь	+13,8	69	94	11
2017 год				
май	+15,96	71,00	62	6
июнь	+21,07	62,66	0	0
июль	+23,80	55,66	2,3	2
август	+25,33	49,33	4,8	3
сентябрь	+13,70	62,33	43	5

Эмпирические данные были получены по основным фазам развития подсолнечника за период вегетации. Динамика роста подсолнечника во все года описывается по высотам 5Н; 10Н … 30Н логистической функцией, параметры которой представлены в таблице 2. Логистическая функция связана с термодинамическими параметрами, с процессом диффузии и имеет физический смысл. S-образные кривые согласуются с биологическими особенностями формирования подсолнечника. Температурные показатели согласуются с характером распределения точек на логисте и отражаются через коэффициент а. Наиболее засушливый весной из трех лет был 1999 год. Это определяет плавный изгиб логистической функции в нижнем «коромысле». Это было связано с обилием влаги и достаточными температурами для прироста подсолнечника. В 2016 году, наблюдаются в отличие от предыдущих лет, различия по высотам от лесной полосы в изменении характера распределения точек. За счет влияния лесной полосы влага в зонах от 1 до 10Н сохранялась более продолжительный период, чем на расстояниях 15-35Н. На рисунках 1–3 представлены логистические зависимости динамики высоты подсолнечника за период вегетации в землепользовании «Качалинское» на светло-каштановых почвах и в Михайловском районе на южных черноземах. Коэффициент детерминации для всех зависимостей равен 0,99, что говорит о высокой степени аппроксимации, то есть логистическая модель развития подсолнечника под защитным влиянием полос на богарных землях адекватна описываемому явлению.

Таблица 2 – Параметры зависимости высоты подсолнечника от дня вегетации вида $y=1/(1+\exp(a+b*L_н))$ по годам

Параметры логистической функции	Расстояние от лесной полосы, Н							
	1	5	10	15	20	25	30	35
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1999 год								
Коэффициент а	–	4,09	4,29	4,59	–	–	4,51	–

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коэффициент b	–	–0,093	–0,097	–0,099	–	–	–0,10	–
2016 год								
Коэффициент a	–	2.25	2.51	2.57	–	2.61	–	3.12
Коэффициент b	–	–0.072	–0.064	–0.065	–	–0.075	–	–0.072
2017 год								
Коэффициент a	4,62	5,33	4,82	4,86	4,70	–	4,81	–
Коэффициент b	–0,084	–0.095	–0.079	–0.083	–0.082	–	–0.076	–

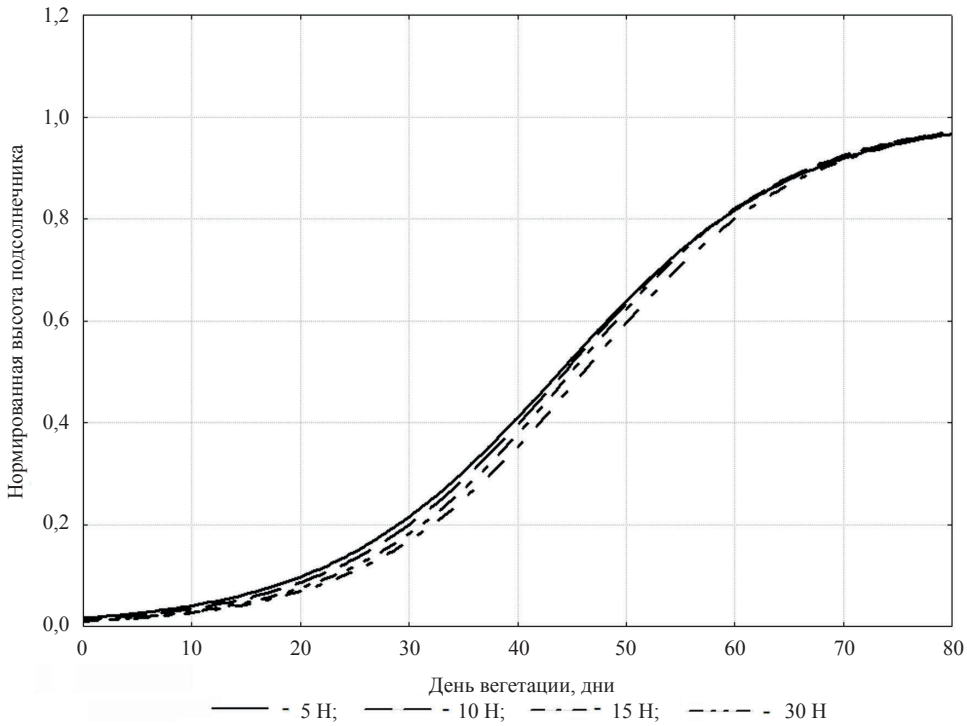


Рисунок 1. Динамика высоты подсолнечника за период вегетации в землепользовании «Качалинское» за 1999 год

Вегетативная фаза развития подсолнечника в 1999 году длилась 45–48 дней, в 2016 году – 40–42 дня, в 2017 году – 50–58 дней и была направлена на накопление необходимого количества ассимилятов для заполнения репродуктивных органов. После вышеперечисленных дней начинается регенеративная фаза развития и завязывания корзинки. Гибрид LG-5654 и сорт «Родник» относятся к раннеспелым. Расчетным путем, как первая производная от логистической функции, были получены суточные приросты подсолнечников в разные по влажности года, позволяющие осуществлять мониторинг динамики ростовых процессов этих культур.

Высота растений подсолнечника наибольших размеров достигает на расстоянии 1Н на всех этапах развития.

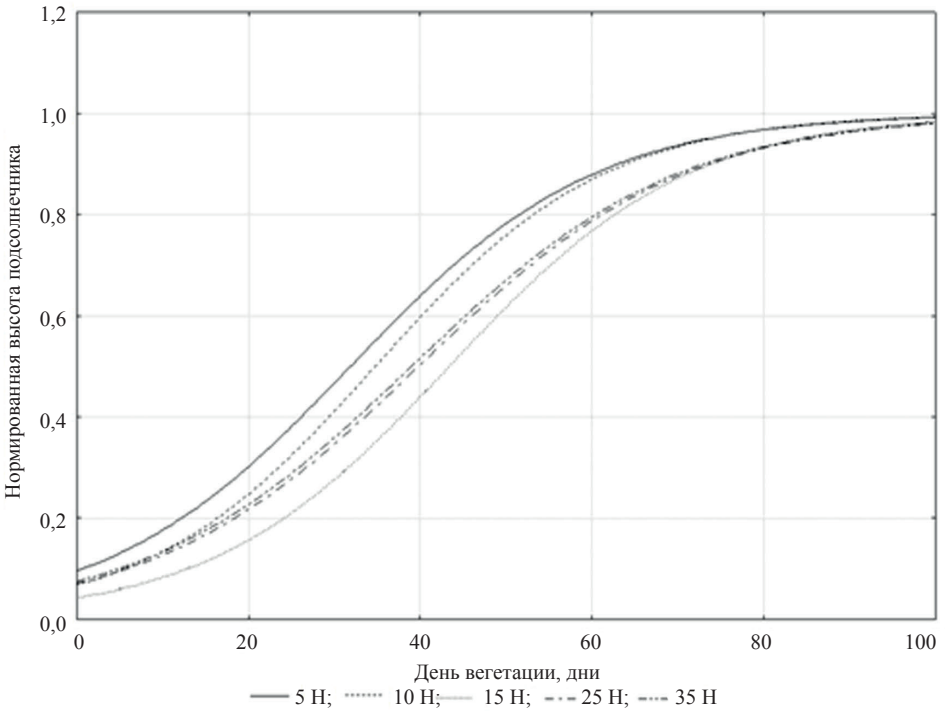


Рисунок 2. Динамика высоты подсолнечника за период вегетации в Михайловском р-не за 2016 год

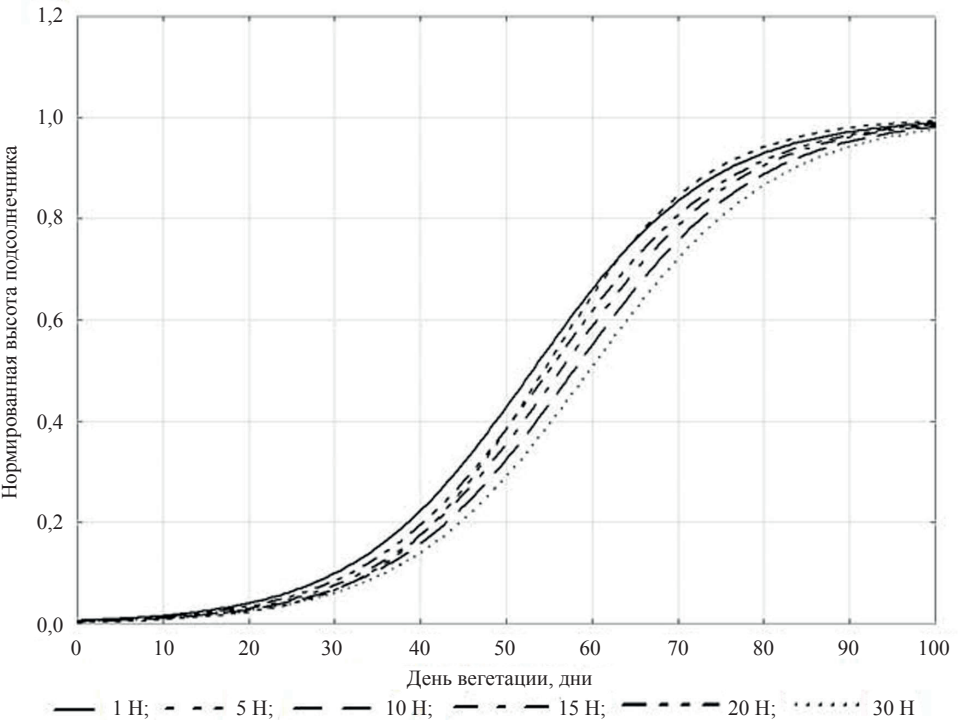


Рисунок 3. Динамика высоты подсолнечника за период вегетации в Михайловском р-не за 2017 год

Увеличение высоты на 15–20Н на несколько сантиметров 21 июня 2017 г связано с повышенным содержанием влаги в межполосном пространстве. 2017 г характеризуется обильными осадками, которые давали дополнительную влагу растениям на межполосном пространстве, что нивелировало показатели роста растений на этапе 3–5 листьев по всем высотам.

Согласно таблице 3 температурные показатели и влажность почвенного горизонта оказывают непосредственное влияние на суточные приросты стеблей подсолнечника. Самым засушливым был 1999 год из трех лет наблюдений. Это сказалось и на суточных приростах. В пространстве идет постепенное увеличение от контроля к лесной полосе высоты стеблей и достигает примерно 17 мм в сутки на начальных этапах развития, 33 мм в сутки к концу мая и 47 мм в середине июня. К концу вегетации прирост составил около 1 мм в сутки. 2016 год характеризуется наибольшим выпадением осадков, что неоднозначно сказывается на суточных приростах подсолнечника. Он достигает в начале вегетации 70 мм в пространстве, к 40 дню вегетации снижается под защитой лесных полос на 129 мм в сутки. Та же тенденция остается и к концу вегетации, то есть прирост на контроле выше практически в 2 раза, чем у лесной полосы за счет влагообеспеченности. 2017 год влажный, но прирост под защитой лесных полос выше практически в 2 раза на пике вегетации.

В пространстве были получены по всем годам экспоненциальные зависимости вида $y = a \cdot \exp(b \cdot Lh)$. Параметры зависимостей лежат в пределах: коэффициент a – от 0,29 до 0,31; b – от 1,07 до 1,12; коэффициенты детерминации в пределах ошибки. По нормированным данным за три года по 44 точкам была получена зависимость вида $y = 0{,}9 \cdot \exp(-0{,}37 \cdot x)$ с коэффициентом детерминации 0,8 (рис. 4).

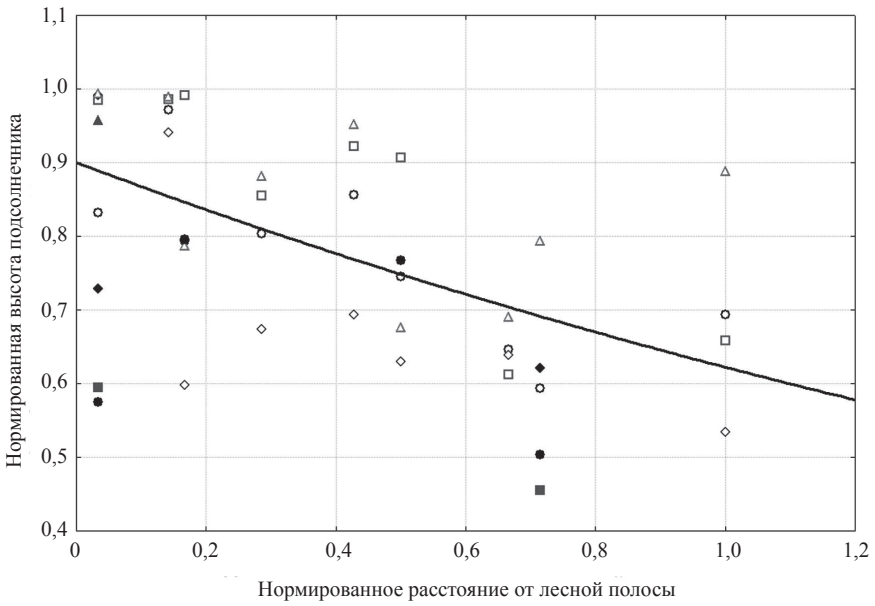


Рисунок 4. Обобщенная зависимость нормированной высоты подсолнечника от нормированного расстояния до ЛП за трехлетний период

Таблица 3 – Приросты стебля подсолнечника по годам, полученные расчетным путем

День вегетации	Суточные приросты H′ (см/сутки) на разных расстояниях от лесной полосы (H)				
1999 год					
	5	10	15	30	
10	0,44	0,38	0,28	0,27	
20	0,98	0,89	0,69	0,66	
30	1,88	1,79	1,50	1,41	
40	2,70	2,67	2,47	2,23	
50	2,58	2,58	2,64	2,24	
60	1,68	1,63	1,78	1,43	
70	0,84	0,78	0,87	0,67	
80	0,37	0,33	0,36	0,27	
90	0,15	0,13	0,14	0,10	
100	0,06	0,05	0,05	0,04	
2016 год					
	5	10	15	25	35
10	1,52	1,10	1,16	1,43	0,82
20	2,21	1,66	1,78	2,29	1,42
30	2,59	2,17	2,37	2,98	2,15
40	2,35	2,37	2,60	2,96	2,64
50	1,70	2,11	2,32	2,26	2,53
60	1,03	1,57	1,72	1,40	1,91
70	0,57	1,02	1,11	0,76	1,20
80	0,29	0,60	0,65	0,39	0,67
90	0,15	0,34	0,36	0,19	0,35
100	0,07	0,19	0,20	0,09	0,18
2017 год					
	1	5	10	15	20	30
10	0,37	0,19	0,20	0,22	0,23	0,17
20	0,80	0,46	0,43	0,48	0,49	0,34
30	1,63	1,08	0,87	1,01	1,00	0,68
40	2,89	2,22	1,59	1,87	1,80	1,23
50	4,02	3,50	2,47	2,84	2,63	1,93
60	4,02	3,67	2,96	3,20	2,84	2,43
70	2,89	2,53	2,62	2,59	2,22	2,32
80	1,63	1,29	1,77	1,59	1,34	1,69
90	0,80	0,56	0,99	0,82	0,69	1,01
100	0,37	0,23	0,50	0,39	0,33	0,54

На координатной сетке видно, что нахождение точек плотным скоплением расположено от левого верхнего угла оси ординат до правого нижнего угла оси абсцисс. Это объяснимо с позиции особенностей биологических (сорта и гибриды), почвенных (светло-каштановые и южные черноземы), погодных условий (сухой и влажные года). Модель экспоненциального развития стеблей подсолнечника в системе лесных полос в пространстве закономерна и адекватна описываемому явлению.

Наши исследования подтверждены патентом на изобретение № 2634360 «Способ расчета высоты растений под влиянием лесных полос», который позволяет получить параметры a и b для логистической функции [5].

Вывод

Методический подход, лежащий в основе расчета высоты стеблей подсолнечника, позволяет получать показатели биопродуктивности культуры при минимальных эмпирических измерениях в поле. Это дает преимущество сельхозтоваропроизводителю при мониторинге состояния посевов в период вегетации и повышения выхода урожая.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. – М. : Наука, 1984. – 424 с.
2. Жуковский Е. Е., Усков И. Б. О принципах программирования на вероятностной основе // Труды АФИ. Моделирование и управление процессами в агроэкосистемах. – 1984.
3. Рулев А. С., Рулева О. В. Применение логистической функции в агролесомелиоративных исследованиях // Российская сельскохозяйственная наука. – 2004. – № 2. – С. 22–24.
4. Рулев А. С., Рулева О. В., Овечко Н. Н. Универсальность логистической функции при моделировании прогнозов развития природных и антропогенных систем // Российская сельскохозяйственная наука. – 2015. – № 5. – С. 67–70.
5. Пат. № 2634360 RU. Способ расчета высоты растений под влиянием лесных полос, 26.10.2017 г.

***Рулева Ольга Васильевна**, доктор с.-х. наук, доцент, глав. науч. сотрудник, зав. лабораторией изучения и прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук»: Россия, 400062, г. Волгоград, Университетский просп., 97.*

***Овечко Наталья Николаевна**, науч. сотрудник лаборатории изучения и прогнозирования биопродуктивности агролесоландшафтов, ФГБНУ «Федеральный научный центр агроэкологии, комплексных мелиораций и защитного лесоразведения российской академии наук»: Россия, 400062, г. Волгоград, Университетский просп., 97.*

Тел.: (844-2) 46-25-16
E-mail: bifu@mail.ru

PLANT HEIGHT AS A PREDICTOR OF SUNFLOWER DEVELOPMENT ON THE RAINFED AGROFORESTRY LANDS

***Ruleva Olga Vasilyevna**, Dr. of Agric. Sci., Ass. Prof., Federal Research Center of RAS for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation, Volgograd, Russia.*

***Ovechko Natalya Nikolaevna**, researcher, Federal Research Center of RAS for Agroecology, Integrated Land Reclamation and Protective Afforestation, Volgograd, Russia.*

***Keywords:** plant height, influence of forest belts, development forecast, logistic function, exponential dependence.*

Abstract. The production of agricultural goods requires a thorough knowledge of the processes occurring on the fields under the influence of forest belts, of the weather conditions aimed at the formation of agricultural crops productivity, and the forecasting of their development. It is necessary to know the biological basis for the development of agrophytocenosis to obtain stable harvests. Height is the most accurately determined index of all the biometric measurements carried out in the plant community. In addition, it is associated with other phytometric indicators of sunflower, the leaf area and the aboveground phytomass, which makes this characteristic promising for determining other parameters, which are more complex in technical terms. On the basis of empirical data obtained in three farms of the Volgograd region in different weather, soil conditions, varietal affiliation of the height of sunflower stems, the dynamics of the development of culture for vegetation in the interband space is modeled. Forest strips are densely-built: 4 and 5 rows 8–10 m. Processing of fields under sunflower is classical and no-till. The article substantiates the change in the growth dynamics of sunflower in developmental phases in the form of a logistic function, differing by the coefficients a and b depending on the above factors. The logistic function underlying the growth of sunflower allows describing all the changes in the development of the culture in the interband space in the form of exponential dependence. According to the standardized data for three years for 4 factors, a dependence of the form y = 0.9 * exp (–0.37 * x) was obtained with a determination coefficient of 0.8, which makes it possible to predict the development of sunflower in the farms of the Volgograd region. The method of calculating plant height parameters in the form of a logistic function is patented.

REFERENCES

1. Zaitsev G.N. Mathematical statistics in experimental botany. – M.: Science, 1984. – 424 p.

2. Zhukovsky E. Ye., Uskov I.B. On the principles of programming on a probabilistic basis // Proceedings of the API. Modeling and management of processes in agroecosystems. – 1984.

3. Rulev A.S., Ruleva O.V. Application of logistic function in agroforestry and melioration research // Russian Agricultural Science. – 2004. – No. 2. – P. 22–24.

4. Rulev A.S., Ruleva O.V., Ovechko N.N. Universality of the logistic function in modeling forecasts of the development of natural and anthropogenic systems // Russian Agricultural Science. – 2015. – No. 5. – P. 67–70.

5. Patent No. 2634360 RU. Method of calculating the height of plants under the influence of forest belts, 10/26/2017.

УДК 633.11

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОРТОИСПЫТАНИЕ СРЕДНЕРАННИХ СОРТОВ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ПОДТАЕЖНОЙ ЗОНЕ ОМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ю. П. ГРИГОРЬЕВ, И. А. БЕЛАН
ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»,
г. Омск

Реферат. В данной статье представлены результаты научно-исследовательской работы по изучению среднеранних сортов яровой мягкой пшеницы в условиях подтаежной зоны Омской области. Целью работы является поиск скороспелых сортов имеющих высокий потенциал продуктивности и качества зерна для включения их в качестве исходного материала по дальнейшему совершенствованию местного агро-экотипа яровой мягкой пшеницы путем создания новых сортов. В опыте изучался 21 сорт российской и иностранной селекции. Опыты проведены в отделе северного земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ» в подтаежной зоне на серых лесных почвах по общепринятой схеме на основе методики государственного сортоиспытания. По результатам исследований по комплексу продуктивных показателей наиболее адаптированным к местным условиям показал себя сорт Тарская 11, который при самой высокой урожайности (3,46 т/га) отличался крупным зерном (масса 1000 зерен – 40,7 г.) и продуктивным колосом (вес зерна с колоса – 1,15 г.). Наиболее скороспелыми показали себя сорта Тарская 12, Боевчанка, Тюменская 25 – 78–79 суток. По комплексу хлебопекарных показателей выделился сорт Боевчанка, который при силе муки 700 е.а., объемном выходе хлеба 1135 см^3 и общей хлебопекарной оценке 4,6 балла имел высокие показатели по клейковине (33,8%) и белку (17,11%). В качестве перспективного сорта-донора, сочетающего высокую урожайность, скороспелость, устойчивость к полеганию с комплексом показателей качества зерна, следует признать сорт Тарская 12, который кроме того, может являться ценным исходным материалом по белку (17,59%) в условиях подтаежной зоны Омской области.

Ключевые слова: яровая мягкая пшеница, погодные условия, урожайность, скороспелость, натура, клейковина, мука.

Яровая мягкая пшеница – ведущая зерновая продовольственная культура. Зерно пшеницы используется в первую очередь для хлебопекарной, крупяной и макаронной промышленности. Производство зерна постоянно находится в центре аграрной политики. Современный уровень производства зерна пшеницы не удовлетворяет потребностям страны в обеспечении высококачественным продовольственным зерном. Возможности для расширения площадей яровой мягкой пшеницы с каждым годом уменьшаются, поэтому увеличение валового сбора зерна может идти главным образом за счет подъема урожайности [1, 2].

Важным резервом в увеличении урожайности зерновых культур является посев районированными сортами, имеющими высокий потенциал урожайности, качество зерна, способность противостоять неблагоприятным факторам среды и эффективно использовать почвенно-климатические условия [3].

Качество зерна в первую очередь определяет товарность продук-

ции. Именно изменчивость погодных условий является главной причиной нестабильности качества зерна, которое во многом определяется сортовыми особенностями. Однако если сорт яровой пшеницы не имеет высокого потенциала качества зерна, не сохраняет свои ценные свойства, то с помощью агротехники достаточно сложно решить проблему производства сильной и ценной пшеницы [4].

В связи с этим актуальным и приоритетным является поиск сортов-доноров по продуктивности, скороспелости и качеству зерна для включения их в качестве исходного материала по дальнейшему совершенствованию местного агро-экотипа яровой мягкой пшеницы путем создания новых сортов.

Материал и методика проведения исследований

В экологическом сортоиспытании в 2016–2017 гг. изучались среднеранние сорта яровой мягкой пшеницы селекции СибНИИСХ (Памяти Азиева, Боевчанка, Омская 32, Тарская 11, Тарская 12), Красноярского НИИСХ (Красноярская 12, К – 520, К – 543, К – 562), Кемеровского НИИСХ (ПМ-80-11, ПМ-82, Надежда Кузбасса, Памяти Афродиты), Иркутского НИИСХ (Зоряна), НИИСХ Северного Зауралья (Тюменская 25, Тюменская 29, Тюменская 34) и иностранной селекции (Berserk, Krabat, Laban, GN 06600), всего был высеян 21 сорт.

Экспериментальная часть работы проведена в подтаежной зоне Омской области на полях отдела северного земледелия ФГБНУ «Омский АНЦ» (г. Тара). Среднее количество осадков составляет 400–450 мм в год, из них более половины выпадает с мая по сентябрь. Для зоны характерны суровая зима, теплое непродолжительное лето, короткие весна и осень, короткий безморозный период, резкие колебания температуры в течение суток. Сумма среднесуточных эффективных температур воздуха выше +5 °С составляет 1725°, сумма осадков за период с температурами выше +10 °С – 230 – 240 мм. К отрицательным явлениям климата относят медленное прогревание почвы весной и раннее похолодание осенью. Продолжительность безморозного периода по годам колеблется от 85 до 135 суток [5].

Период вегетации 2016 года в целом был теплым и сухим, средняя температура за период вегетации на 1,8°С выше среднемноголетней, осадков выпало 87,7% от нормы. Май характеризовался температурой близкой к среднемноголетней и низким количеством осадков (47% от нормы). За июнь выпало большое количество осадков – 188% от среднемноголетних, температура воздуха на 1,2 °С выше нормы. Период с июля по сентябрь характеризовался теплой погодой с оптимальной влажностью в августе и низким количеством осадков в июле и сентябре.

Вегетационный период 2017 года характеризовался температурой на уровне среднемноголетней и большим количеством осадков (151% от нормы). В мае и июне температура воздуха и количество осадков было в пределах нормы. Большое количество осадков выпало в июле (234,5 мм), что составило 360% от среднемноголетнего значения, особенно дождливой была третья декада июля (182,3 мм или 829% от нормы) при этом среднемесячная температура воздуха была ниже среднемноголетнего значения на 1,6°С. Август в сред-

нем характеризовался теплой и сухой погодой (33,2 мм или 55% от нормы), но основное количество осадков выпало в первую декаду 29,3 мм, что составило 147% от нормы.

Почва опытного участка серая лесная с тяжелосуглинистым гранулометрическим составом. В пахотном слое содержится 3,34% гумуса, 0,162% общего азота и 0,12% валового фосфора. Реакция почвенного раствора слабокислая (pH солевое – 5,2) [6].

Полевые опыты закладывались по пару 14–15 мая с нормой высева 6 млн. всхожих зерен на 1 га по общепринятой схеме на основе методики государственного сортоиспытания [7]. Технологический анализ проводился в лаборатории качества зерна ФГБНУ «Омский АНЦ».

Результаты исследований и их обсуждение

По результатам экологического изучения сортов яровой мягкой пшеницы (табл. 1) установлено, что наибольшая урожайность в среднем за 2 года получена у сорта Тарская 11 – 3,46 т/га, при этом положительная прибавка относительно других сортов является достоверной ($НСР_{05}$ = 0,37 т/га); высокую урожайность также показали сорта: Laban – 3,07 т/га, Тарская 12 – 3,06 т/га, К-562 – 3,01 т/га, Красноярская 12 – 2,99 т/га.

Таблица 1 – Биологические показатели яровой мягкой пшеницы, ЭСИ (2016–2017 гг.)

Сорт	Биологические показатели				Структурный анализ				
	Урожайность, т/га	Вегетационный период, сутки	Высота растений перед уборкой, см.	Устойчивость к полеганию, балл	Длина колоса, см.	Количество продуктивных колосков, шт.	Плотность колоса	Количество зерен в колосе, шт.	Вес зерна с колоса, г.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Памяти Азиева	2,98	80	81	4,3	6,5	11,6	18	25	0,92
Боевчанка	2,55	79	75	4,5	7,0	11,9	17	25	0,85
Омская 32	2,87	80	81	4,8	6,1	11,5	19	27	1,02
Тарская 11	3,46	82	82	4,5	6,7	11,5	17	27	1,15
Тарская 12	3,06	78	77	4,8	6,9	12,5	18	30	1,06
Красноярская 12	2,99	82	76	4,3	8,0	12,6	15	28	1,07
Зоряна	2,29	81	66	4,4	6,8	10,6	16	24	0,82
Надежда Кузбасса	2,53	83	74	4,7	7,2	11,5	16	24	0,89
Памяти Афродиты	2,30	83	70	4,3	6,2	11,1	15	20	0,73

Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПМ-80-11	2,27	87	82	4,5	8,2	12,9	16	25	0,96
ПМ-82	2,39	84	82	4,2	7,8	11,4	14	24	0,91
К-520	2,21	81	68	4,8	5,7	9,5	17	17	0,51
К-543	2,42	82	81	4,8	6,6	10,4	15	16	0,60
К-562	3,01	83	85	4,7	7,3	11,4	15	21	0,81
Тюменская 25	2,63	79	67	4,4	6,0	9,2	15	18	0,63
Тюменская 29	2,91	80	70	4,2	7,1	11,1	15	24	0,81
Тюменская 34	2,92	80	67	4,2	6,8	10,7	15	22	0,77
Berserk	2,22	82	55	4,7	5,9	9,7	16	16	0,50
Krabat	2,82	82	56	4,7	6,0	10,3	17	23	0,67
Laban	3,07	81	64	4,7	7,7	11,8	15	30	0,99
GN 06600	2,75	82	69	4,5	6,6	10,2	15	23	0,73
НСР05	0,37	–	–	–	–	–	–	–	–

Продолжительность вегетационного периода у сортов находилась в пределах от 78 до 87 суток; наиболее скороспелыми показали себя сорта Тарская 12, Боевчанка, Тюменская 25 – 78–79 суток, позднее всех созревание наступило у сорта ПМ-80-11 – 87 суток.

Высота растений составила от 55 до 85 см, наибольшая высота отмечена у сортов Тарская 11, ПМ-80-11, ПМ-82, К-562 – 82–85 см, низкорослыми показали себя сорта Berserk и Krabat – 55–56 см. По устойчивости к полеганию сорта получили оценки от 4,2 до 4,8 баллов, высокая устойчивость к полеганию отмечена у сортов: Омская 32, Тарская 12, К-520, К-543.

Структура урожая сортов яровой мягкой пшеницы показывает, что наибольшая длина колоса отмечена у сортов Красноярская 12 и ПМ-80-11 – 8,0 и 8,2 см соответственно, у остальных сортов она находилась в пределах от 5,7 до 7,8 см. Наибольшее количество продуктивных колосков отмечено у сортов ПМ-80-11 (12,9 шт.), Красноярская 12 (12,6 шт.), Тарская 12 (12,5 шт.), а наименьшее их количество у Тюменской 25 (9,2 шт.) и К-520 (9,5 шт.). Плотность колоса отличалась незначительно 14–19 колосков на 10 см колоса, наибольшая плотность отмечена у сортов Омская 32, Тарская 12, Памяти Азиева. Количество зерен в колосе у сортов находилось в широких пределах – от 16 (К-543, Berserk) до 30 (Тарская 12, Laban) штук. Наибольший вес зерна с колоса получен у сортов Тарская 11 – 1,15 г., Красноярская 12 – 1,07 г., Тарская 12 – 1,06 г., наименьший у сортов Berserk – 0,50 г., К-520 – 0,51 г.

Анализ показателей качества зерна яровой мягкой пшеницы (табл. 2) показывает, что стекловидность большинства сортов соответствовала требованиям предъявляемым к ценным пшеницам (более 50 %), наибольшая отмечена у сортов: Laban – 57%, GN 06600 – 55%, Тюменская 34 – 54%.

Технологические свойства, прежде всего, обуславливаются выполненностью и крупностью зерна, которые предопределяют мукомольные качества пшеницы, которые в свою очередь зависят от массы 1000 зерен и натуры зерна.

Различия между изучаемыми сортами по массе 1000 зерен были значительными от 29,6 до 40,7 г., в качестве сорта-источника по крупности можно выделить Тарскую 11 (масса 1000 зерен – 40,7 г.). Натура зерна – один из важных признаков, характеризующий выполненность зерна. Для мягкой пшеницы первого класса минимальный показатель натуры составляет 750 г/л. В среднем по сортам натура зерна изменялась от 738 (Боевчанка) до 810 г/л (Тюменская 34). Большинство сортов имело высокую натуру зерна.

Таблица 2 – Показатели качества зерна яровой мягкой пшеницы, (в среднем за 2016–2017 гг.)

Сорт	Стекловидность, %	Натура, г/л	Масса 1000 зерен, г.	Клейковина, %	Белок, %	Валориметрическая оценка, е.в.	Сила муки, е.а.	Объемный выход хлеба, см3	Общая хлебопекарная оценка, балл
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Памяти Азиева	50	774	35,5	30,7	14,82	61	488	910	4,2
Боевчанка	50	738	33,6	33,8	17,11	65	700	1135	4,6
Омская 32	51	758	37,5	30,1	15,05	64	515	800	4,0
Тарская 11	49	742	40,7	27,0	13,51	59	378	970	4,3
Тарская 12	53	740	33,6	35,2	17,59	92	489	1000	4,4
Красноярская 12	52	778	35,7	29,0	14,54	77	353	1015	4,4
Зоряна	52	747	32,7	29,3	14,65	74	351	965	4,3
Надежда Кузбасса	52	780	33,2	29,3	14,79	71	314	950	4,3
Памяти Афродиты	51	784	33,0	27,4	13,74	76	319	970	4,3
ПМ-80-11	48	786	35,0	25,4	12,85	63	246	950	4,3
ПМ-82	47	802	34,0	25,5	12,69	60	293	940	4,2
К-520	52	756	29,7	30,7	15,34	81	383	955	4,3

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
К-543	51	748	33,1	28,7	14,51	65	277	930	4,2
К-562	51	772	37,8	25,8	12,94	58	216	830	3,8
Тюменская 25	51	789	33,3	30,2	15,11	69	261	980	4,3
Тюменская 29	53	796	35,1	30,1	15,14	73	275	985	4,2
Тюменская 34	54	810	34,1	28,7	14,20	67	293	960	4,3
Berserk	53	756	29,6	31,3	15,59	87	399	900	4,2
Krabat	53	764	30,2	28,8	14,28	66	318	945	4,3
Laban	57	773	33,1	28,2	14,20	74	311	875	4,2
GN 06600	55	763	31,2	28,1	13,91	81	326	980	4,4

Основными показателями, характеризующими хлебопекарные качества пшениц, является количество и качество клейковины в зерне. По результатам исследований выявлено, что сорта Тарская 12 и Боевчанка сформировали зерно с высоким содержанием клейковины (35,2 и 33,8% соответственно), что отвечает требованиям ГОСТа для сильной пшеницы. У этих же сортов отмечено наибольшее содержание белка 17,59 и 17,11%.

По валориметрической оценке большинство сортов имело высокие значения, наибольшие показатели отмечены у сортов: Тарская 12 (92 е.в.) и Berserk (87 е.в.). Показатели силы муки у сортов колебались в широких пределах от 216 (К-562) до 700 е.а. (Боевчанка). По общей хлебопекарной оценке и объемному выходу хлеба выделился сорт Боевчанка – 4,6 балла и 1135 см^3 соответственно.

Заключение

1. По результатам изучения среднеранних сортов яровой мягкой пшеницы в условиях подтаежной зоны Омской области по комплексу продуктивных показателей наиболее адаптированным к местным условиям показал себя сорт Тарская 11, который при самой высокой урожайности (3,46 т/га) отличался крупным зерном (масса 1000 зерен – 40,7 г.) и продуктивным колосом (вес зерна с колоса – 1,15 г.).

2. Наиболее скороспелыми показали себя сорта Тарская 12, Боевчанка, Тюменская 25 – 78–79 суток. Высокая устойчивость к полеганию отмечена у сортов: Омская 32, Тарская 12, К-520, К-543.

3. Показатели качества зерна у сортов существенно отличались, так наивысшие показатели по стекловидности получены у сорта Laban – 57%, высоконатурным показал себя сорт Тюменская 34 – 810 г/л, а по комплексу хлебопекарных показателей выделился сорт Боевчанка, который при силе муки 700 е.а., объемном выходе хлеба 1135 см^3 и общей хлебопекарной оценке 4,6 балл имел высокие показатели по клейковине (33,8%) и белку (17,11%).

4. В качестве перспективного сорта-донора, сочетающего высокую урожайность, скороспелость, устойчивость к полеганию с комплексом показателей качества зерна, следует признать сорт Тарская 12, который кроме того, может являться ценным исходным материалом по белку в условиях подтаежной зоны Омской области.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белан И. А., Россеева Л. П., Зыкин В. А. История селекции яровой мягкой пшеницы в СибНИИСХ: урожайность, адаптивность // Достижения науки и техники АПК. – 2008. – № 12. – С. 8–10.
2. Григорьев Ю. П., Колмаков Ю. В. Оценка перспективных форм яровой мягкой пшеницы для возделывания в подтаежной зоне Омской области // Аграрная Россия. – 2014. – № 8. – С. 5–6.
3. Сортовые ресурсы яровой мягкой пшеницы ранних групп спелости в Омской области / И. А. Белан, Л. П. Россеева, Н. П. Блохина, Л. Ф. Ложникова, Л. В. Мешкова // Актуальные вопросы земледелия и растениеводства Западной Сибири : сб. науч. статей, посвященный 80-летию со дня образования Тарской сельскохозяйственной опытной станции. ФГБНУ «СибНИИСХ». – Омск : Литера, 2017. – С. 11–15.
4. Колмаков Ю. В., Зелова Л. А., Белан И. А., Григорьев Ю. П. Перспективные по качеству формы пшеницы в северной зоне Омской области // Исторические аспекты, состояние и перспективы развития земледелия в Сибири и Казахстане : материалы международной науч.-практ. конф., посвященной 60-летию освоения целинных и залежных земель. – Омск, 2014. – С. 36–38.
5. Изучение яровых зерновых культур в подтаежной зоне / Ю. П. Григорьев, З. Г. Коршунова, Т. Ю. Пыко, И. А. Белан, Ю. В. Колмаков, С. В. Васюкевич // Научная жизнь. – 2016. – № 1. – С. 63–70.
6. Григорьев Ю. П., Казанцев В. П. Технологические особенности возделывания яровой пшеницы в нечерноземной полосе западной Сибири // Омский научный вестник. – 2012. – № 1(108). – С. 161–164.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. – М. : Колос, 1973. – 335 с.

***Григорьев Юрий Петрович**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник лаборатории селекции и семеноводства отдела северного земледелия ФГБНУ «Омский аграрный научный центр» : Россия, 644012, Омск, проспект Королева, д. 26.*

***Белан Игорь Александрович**, канд. с.-х. наук, зав. отделом селекции ФГБНУ «Омский аграрный научный центр»: Россия, 644012, Омск, проспект Королева, 26.*

Тел.: (950) 333-99-34
E-mail: uragri-tara@mail.ru.

ENVIRONMENTAL VARIETY TESTING OF SPRING SOFT WHEAT MEDIUM-EARLY VARIETIES IN THE SUBTAIGA ZONE OF THE OMSK REGION

***Grigoryev Yuriy Petrovich**, Cand. of Agric. Sci., Leading Researcher, Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia.*

***Belan Igor Aleksandrovich**, Cand. of Agric. Sci., Head of Department, Omsk Agrarian Scientific Center, Omsk, Russia.*

Keywords: *spring soft wheat, weather conditions, productivity, early maturity, nature, gluten, flour.*

Abstract. This article presents the results of a research work on studying early spring varieties of soft wheat in the subtaiga zone of the Omsk region. The aim of the work is to search for early ripening varieties with high potential for productivity and quality of grain for including them as a source material for further improvement of local agro-ecotypes of spring soft wheat by creating new varieties. In the experiment 21 varieties of Russian and foreign selection were studied. The experiments were carried out in the department of northern agriculture of the Omsk Agrarian Scientific Center in the subtaiga zone on gray forest soils according to the generally accepted scheme on the basis of the state variety testing method. According to the results of the research on the set of productive indicators, the "Tarskaya 11" variety proved to be the most adapted to local conditions, which, at the highest yield (3.46 t/ha), was distinguished by a large grain (weight of 1000 grains – 40.7 g.) and a productive spike (weight grain from the ear – 1.15 g.). The fastest varieties were "Tarskaya 12", "Boevchanka", "Tyumenskaya 25" – 78–79 days. The "Boevchanka" variety was distinguished with the bread baking qualities; with the strength of flour of 700, the volume yield of bread of 1135 cm^3 and the total baking score of 4.6 points, it had high gluten (33.8%) and protein (17.11%). As a promising variety, which combines high yields, early maturity, and resistance to drowning with a set of grain quality indicators, "Tarskaya 12" must be recognized, which in addition can be a valuable source material for the protein (17.59%) in the sub-taiga zone of the Omsk region.

REFERENCES

1. Belan I.A., Rosseeva L.P., Zykin V.A. History of selection of spring soft wheat in SibNIISKH: yield, adaptability // Achievements of science and technology of agroindustrial complex. – 2008. – No. 12. – P. 8–10.

2. Grigoryev Yu. P., Kolmakov Yu. V. Estimation of perspective forms of spring soft wheat for cultivation in the subtaiga zone of the Omsk region // Agrarian Russia. – 2014. – No. 8. – P. 5–6.

3. Varietal resources of spring soft wheat of early ripening groups in the Omsk Region / I.A. Belan, L.P. Rosseeva, N.P. Blokhina, L.F. Lozhnikova, L.V. Meshkova // Actual problems of agriculture and plant growing Western Siberia: Sat. sci. articles dedicated to the 80th anniversary of the establishment of the Tarsky Agricultural Experimental Station. FGBICU "SibNIISH". – Omsk: Literature, 2017. – P. 11–15.

4. Kolmakov Yu. V., Zelova L.A., Belan I.A., Grigoriev Yu. P. Perspective Wheat in the Northern Zone of the Omsk Region // Historical Aspects, Status and Perspectives of Agricultural Development in Siberia and Kazakhstan: materials of international scientific-practical. Conf., dedicated to the 60th anniversary of the development of virgin and fallow lands. – Omsk, 2014. – P. 36–38.

5. Study of spring grain crops in the subtaiga zone / Yu. P. Grigor'ev, Z.G. Korshunova, T. Yu. Pyko, I.A. Belan, Yu. V. Kolmakov, S. Vasyukevich // Scientific Life. – 2016. – No. 1. – P. 63–70.

6. Grigoriev Yu. P., Kazantsev V.P. Technological features of spring wheat cultivation in the non-blacksoil belt of western Siberia // Omsk Scientific Bulletin. – 2012. – No. 1 (108). – P. 161–164.

7. Dospekhov B.A. Technique of field experience. – M.: Kolos, 1973. – 335 c.

УДК 631.5 ; 631.6

ПОЧВОЗАЩИТНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЗВЕНЕ ОРОШАЕМОГО СЕВООБОРОТА

В. А. ШАДСКИХ, В. Е. КИЖАЕВА, О. Л. РАССКАЗОВА, Т. А. ПАНЧЕНКО
ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации», г. Энгельс

Реферат. Сельское хозяйство Саратовской области ведется в засушливых условиях сухостепной зоны Поволжья, и именно этот фактор, в первую очередь, лимитирует объем и стабильность производства продукции растениеводческой. В статье приведены результаты исследований по изучению почвозащитных свойств различных приемов основной обработки почвы в звене орошаемого севооборота в зависимости от поливного режима и обеспеченности почвы элементами питания. Исследования по способу и глубине основной обработки темно-каштановой почвы проводились в звене севооборота на орошении. Установлено, что способы основной обработки почвы по-разному влияли на факторы ее плодородия. Под первую культуру звена (вика + овес) наиболее эффективной оказалась отвальная вспашка на глубину 25–27 см. Под вторую культуру (озимая пшеница) – плоскорезная обработка на глубину 18–20 см имела ряд преимуществ по водно-физическим свойствам почвы и нарастанию биологической массы по сравнению с отвальной вспашкой на глубину 18–20 см. На третьей культуре (кукуруза на силос) преимущество плоскорезной обработки на глубину 25–27 см теряется, наилучшие показатели сложились здесь на отвальной вспашке. Сделан вывод, что проведение обработки почвы без оборота пласта в течение трех лет ведет к некоторому ухудшению условий выращивания третьей культуры – кукурузы на силос. Поэтому возникает необходимость определения чередования отвальной и плоскорезной обработки почвы в звене орошаемого севооборота. Под первую культуру звена рекомендуется проводить отвальную вспашку, под вторую культуру – плоскорезную обработку, под третью культуру – отвальную вспашку.

Ключевые слова: Орошаемые земли, структура посевов, севооборот, основная обработка почвы, отвальная вспашка, минимальная обработка почвы, режим орошения, нормы полива, удобрения.

Наиболее распространенным и изученным приемов основной обработки почвы является вспашка, однако она обладает целым комплексом недостатков. Требуются высокие энергозатраты на ее проведение, она разрушает структуру почвы, при этом усиливаются эрозионные процессы и создается плужная подошва. Основная обработка почвы должна обеспечивать сохранение и накопление влаги, снижать ее потери на физическое испарение, создавать оптимальные агрохимические условия для продуктивного роста и развития сельскохозяйственных культур [1, 5, 7].

В современных условиях заслуживает внимания изучение технологии энергосберегающего земледелия на основе минимализации обработки почвы без оборота пласта с использованием плоскорежущих орудий [11, 15, 16]. В этих целях на темно-каштановых почвах ОПХ «ВолжНИИГиМ» был заложен стационарный полевой опыт, в котором

изучались почвозащитные приемы и особенности основной обработки почвы в звене орошаемого севооборота.

Материалы и методы исследований

Методологической основой принята система различных способов основной обработки почвы в звене орошаемого севооборота в зависимости от поливного режима и обеспеченности почвы элементами питания. Система включала экспериментальные методы – полевые, лабораторные опыты и статистические – дисперсионный и корреляционный анализ. Агротехника возделывания культур звена орошаемого севооборота на всех вариантах опыта применялась традиционная для данной природно-климатической зоны.

Основные и сопутствующие наблюдения проводились в соответствии с общепринятыми методиками и ГОСТами: плотность почвы – по методу режущих колец Качинского, наименьшая влагоемкость – методом заливаемых площадок, влажность почвы – термостатно-весовым методом (ГОСТ 28268-89), нитрификационная способность почвы – по методу Кравкова (ГОСТ 26107-84), содержание подвижного фосфора и обменного калия – по методу Мачигина (ГОСТ 26205-84), содержание в растениях азота – фотометрическим индо-фенольным методом (ГОСТ Р 50466-93), фосфора – с молибденовым аммонием (ГОСТ 26657-85), калия – методом пламенной фотометрии, математическая обработка опытных данных проведена по методике полевого опыта Б. А. Доспехова с помощью программы Statistika5.5 и процессора электронных таблиц MicrosoftExcel XP [6, 9, 12].

Способы и глубины основной обработки темно-каштановой почвы в звене орошаемого севооборота на полях ОПХ «ВолжНИИГиМ» приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Способы и глубины основной обработки почвы в звенеорошаемого севооборота

Культуры звена орошаемого севооборота	Способы и глубина основной обработки почвы	
Вика + овес	Отвальная вспашка на 25–27 см	Плоскорезная обработка на 25–27 см
Озимая пшеница	Отвальная вспашка на 18–20 см	Плоскорезная обработка на 18–20 см
Кукуруза на силос	Отвальная вспашка на 25–27 см	Плоскорезная обработка на 25–27 см

Принципиальная схема построения почвозащитных систем обработки почвы зависит, прежде всего, от ее механического состава. Механические элементы почвы находятся в раздельно-частичном состоянии или могут быть объединены под влиянием различных причин в структурные отдельности (агрегаты). Наиболее ценными являются микроагрегаты размером 0,25–10 мм, обладающие высокой пористостью (> 45%), механической прочностью и водопрочностью [8].

Агрономическое значение структуры заключается в том, что она оказывает положительное влияние на

основные водно-физические свойства почвы, удельное сопротивление при обработке, противоэрозионную устойчивость почв.

В целях предотвращения развития эрозионных процессов следует вводить специализированные почвозащитные севообороты. Состав и порядок чередования культур в них подчиняется задаче сохранения почвы от разрушения и повышения ее плодородия, что достигается хорошим растительным покровом, удлинением периода, в течение которого почва находится под его защитой. Наиболее эффективны в этом отношении зернокормовые севообороты, где 60% составляют кормовые культуры, из них 30–40% – многолетние и однолетние травы [2, 3, 13].

Система почвозащитной обработки почвы должна быть построена как для севооборота в целом, так и для выращивания сельскохозяйственных культур в различных звеньях освоенного орошаемого севооборота.

В основу разработки схем почвозащитных звеньев орошаемого севооборота должны быть положены: неодинаковая почвозащитная способность полевых культур;различная реакция с.-х. культур на степень эродированности почвы; учет экологических особенностей конкретных элементов агроландшафта.

В условиях орошения высокое насыщение севооборотов травами и пропашными культурами обеспечивает наибольшую продуктивность пашни и надежную защиту почв от эрозии [14, 18]. Этим условиям наиболее полно отвечает освоенный зернокормовой севооборот в опытно-производственном хозяйстве ФГБНУ «ВолжНИИГиМ», который включает следующие культуры: 1. Вика + овес. 2. Озимая пшеница. 3. Кукуруза на силос. 4. Яровая пшеница с подсевом люцерны. 5. Люцерна. 6. Люцерна.

Не ставя перед собой задачи систематического и полного изложения всех приемов возделывания означенных культур в представленном севообороте, остановимся на особенностях основной обработки почвы, оптимизации водного режима почвы и системы удобрений в звене освоенного орошаемого севооборота: вика + овес, озимая пшеница, кукуруза на силос.

Результаты исследований и их обсуждение

На основании проведенных полевых опытов разработана почвозащитная технология основной обработки почвы в звене орошаемого севооборота.

Изучаемые приемы основной обработки почвы по-разному влияли на содержание влагозапасов в почве. Отмечено, что плоскорезная обработка, за счет оставления стерневых остатков, способствует накоплению почвенной влаги на поверхности почвы от зимних осадков. Особенно это заметно при определении влажности почвы перед посевом культур.

В начальный период вегетации сельскохозяйственные культуры используют преимущественно влагу из слоя 0,3–0,5 м, в котором сосредоточена основная, наиболее активная часть корневой системы. Поэтому глубина увлажнения при вегетационных поливах должна составлять 0,3–0,4 м в начальный период развития сельскохозяйственных культур и 0,5–0,7 м – в последующем.

Поливной режим должен способствовать не только получению высоких урожаев, но и сохранению благоприятной экологической обста-

новки, исключающей развитие водной эрозии. В таблице 2 приведены количество поливов и оросительные нормы с.-х. культур в зависимости от степени увлажнения года.

Таблица 2 – Число поливов и оросительная норма с.-х. культур в звене орошаемого севооборота для условий Саратовского Заволжья

Культура звена	Степень увлажнения года			
	Засушливый		Влажный	
	Число поливов, шт.	Оросительная норма, $м^3$/га	Число поливов, шт.	Оросительная норма, $м^3$/га
Вика + овес	4–5	2000–2500	2–3	1000–1500
Озимая пшеница	3–4	1500–2000	1–2	500–1000
Кукуруза на силос	4–5	2000–2500	2–3	1000–1500

Для почв, подверженных эрозионным процессам, особенно ирригационной эрозии, режим орошения с.-х. культур корректируется с использованием поправочных коэффициентов, снижающих величины поливных и оросительных норм. Корректировку сроков и норм полива следует проводить с учетом влажности почвы, которая характеризует степень обеспеченности с.-х. культур влагой и, как следствие, влияет на величину урожая.

Темно-каштановые почвы Заволжья характеризуются невысоким содержанием гумуса, общего азота, фосфора и калия в пахотном слое [10, 17]. По максимуму содержания подвижной части питательных веществ устанавливается степень обеспеченности ими данной почвы. Разработанная система удобрений в звене орошаемого севооборота является экологически безопасной, так как учитывает биологические особенности культур, обеспеченность почвы элементами питания и практически исключает остаточное количество удобрений в растениях (табл. 3).

Таблица 3 – Система удобрений в звене орошаемого севооборота взависимости от обеспеченности почвы элементами питания

Культура звена	Запланированный урожай, ц/га	Обеспеченность почвы элементами питания	Система удобрений, кгд.в./га		
			N	P_2O_5	K_2O
Вика + овес (зеленая масса)	350–400	низкая	130	100	60
		средняя	100	80	60
		достаточная	90	80	60
Озимая пшеница	35–40	низкая	120	90	60
		средняя	110	90	60
		достаточная	100	80	60
Кукуруза на силос	400–500	низкая	140	110	80
		средняя	120	90	60
		достаточная	100	80	60

Корректировка рекомендуемой системы удобрений проводится в период вегетации культур на основе содержания элементов питания в почве и их использования с.-х. культурами [4].

Необходимо отметить, что способы основной обработки почвы в наших исследованиях незначительно влияют на содержание элементов питания. Однако, учитывая, что механизм сложения пахотного слоя при отвальной вспашке и плоскорезной обработке неодинаков, в первом случае происходит оборот пласта, во втором – производится рыхление пахотного слоя без оборота пласта.

Следовательно, при отвальной вспашке минеральные удобрения равномерно распределяются по всему пахотному слою, а при плоскорезной обработке они находятся в основном в верхнем слое. Поэтому наиболее продуктивно должны использоваться минеральные удобрения при отвальной вспашке. Однако по данным проведенных исследований преимущество отвальной вспашки при этом весьма незначительно. Это объясняется тем, что в условиях орошения под влиянием оросительной воды при плоскорезной обработке почвы минеральные удобрения проникают в зону распространения основной части корневой системы, обеспечивая питание растений на протяжении всего вегетационного периода.

Анализирую агрохимические показатели почвы, следует отметить, что при плоскорезной обработке наблюдалось некоторое увеличение нитратов, а на отвальной вспашке к концу вегетации происходит увеличение содержания фосфора и калия.

Заключение

Проведенный анализ влияния различных способов основной обработки почвы на факторы ее плодородия показывает, что под первую культуру звена (вика + овес) наиболее эффективной оказалась отвальная вспашка на глубину 25–27 см.

Под вторую культуру (озимая пшеница) – плоскорезная обработка на глубину 18–20 см имела ряд преимуществ по водно-физическим свойствам почвы и нарастанию биологической массы по сравнению с отвальной вспашкой на глубину 18–20 см.

На третьей культуре (кукуруза на силос) преимущество плоскорезной обработки на глубину 25–27 см затухает, и наилучшие показатели сложились здесь на отвальной вспашке.

Следовательно, проведение обработки почвы без оборота пласта в течение трех лет ведет к некоторому ухудшению условий выращивания третьей культуры – кукурузы на силос. Поэтому возникает необходимость определения чередования отвальной и плоскорезной обработки почвы в звене орошаемого севооборота.

Под первую культуру звена рекомендуется проводить отвальную вспашку, под вторую культуру – плоскорезную обработку, под третью культуру – отвальную вспашку.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бараев А. И. Теоретические основы почвозащитного земледелия. – М. : Колос, 1975. – 304 с.
2. Беленков А. И., Сухов А. Н., Имангалиев К. А. Полевые севообороты, основная обработка почвы и приемы регулирования плодородия почв в зонах Нижнего Поволжья. – Волгоград : ФГОУ ВПО Волгоградская ГСХА, 2007. – 268 с.

3. Беленков А. И., Зеленев А. В., Амантаев Б. О. Приемы биологизации в севооборотах Нижнего Поволжья // Земледелие. – 2014. – № 1. – С. 23–29.
4. Брель В. К., Шадских В. А., Панченко Ю. И., Кижаева В. Е. Рекомендации по технологии выращивания кормовых культур в одновидовых и смешанных посевах для условий Южной Правобережной, Центральной Левобережной и Северной Левобережной микрозон Саратовской области. – Саратов : СГАУ им. Н.И. Вавилова, 2011. – 23 с.
5. Вильямс В. Р. Почвоведение : собр. соч., Т. 6. – М. : Сельхозгиз, 1951. – 576 с.
6. ГОСТ 28268-89 Почвы. Методы определения влажности, максимальной гигроскопической влажности и влажности устойчивого завядания растений.
7. Денисов Е. П., Четвериков Ф. П., Косолапов С. Н., Панасов М. Н. Основные проблемы современного земледелия при освоении ресурсосберегающих технологий. – Саратов : 2010. – 98 с.
8. Денисов К. Е. Денисов Е. П., Молчанова Н. П., Полетаев И. С. Изменение агрофизического состояния почвы при минимализации обработки // Научная жизнь. – 2016. – №11. – С. 42–52. .
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 2010. – 352 с.
10. Ермолаев С. А., Сычев В. Г., Плющиков В. Г. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв России. // Плодородие. – 2001. – № 1. – С. 4–7.
11. Кирюшин В. И. Проблема минимизации обработки почвы // Земледелие. – 2013. – № 7. – С. 4–7.
12. Качинский Н. А. Почва, ее свойства и жизнь. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Наука, 1975. – 296 с.
13. Научные основы земледелия в Поволжье / Е. П. Денисов [и др.]. – Саратов : ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2008. – 153 с.
14. Основы ландшафтно-экологического земледелия Поволжья : учеб. пособие / Е. П. Денисов [и др.]. – Саратов : ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2012. – 268 с.
15. Сергеев В. С., Ибрагимова Г. Х. Экономическая эффективность ресурсосберегающих способов обработки почвы // Аграрный вестник Урала. – 2010. – № 3(69). – С. 52–53.
16. Черкасов Г. Н. Комбинированные системы основной обработки // Земледелие. – 2006. – № 6. – С. 20–22.
17. Шабаев А. И. Экология, агроландшафты и защита растений в адаптивном земледелии Поволжья. – ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – 2007. – 420 с.
18. Шадских В. А., Пешкова О. В., Кижаева В. Е., Лапшова А. Г. Общие требования Стандарта организации агротехнических мероприятий при возделывании сельскохозяйственных культур для сухостепной зоны Саратовского Заволжья // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: матер. Междунар. науч. практ. конф. 15–17 октября 2015 года. – Мичуринск : Изд. «2Д Мичуринск», 2015. – С. 550–558.

***Шадских Владимир Александрович**, д-р с.-х. наук, профессор, заслуженный работник сельского хозяйства Рос-*

сийской Федерации, глав. науч. сотрудник ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»: Россия, 413123, Саратовская обл., г. Энгельс-23, ул. Гагарина, 1.

***Кижаева Вера Евгеньевна**, канд. с.-х. наук, вед. науч. сотрудник ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»: Россия, 413123, Саратовская обл., г. Энгельс-23, ул. Гагарина, 1.*

***Рассказова Ольга Леонидовна**, ст. науч. сотрудник, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»: Россия, 413123, Саратовская обл., г. Энгельс-23, ул. Гагарина, 1.*

***Панченко Тамара Александровна**, мл. науч. сотрудник, ФГБНУ «Волжский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации»: Россия, 413123, Саратовская обл., г. Энгельс-23, ул. Гагарина, 1.*

Тел.: (845-3) 75-44-20
E-mail: volzniigim@bk.ru

BASIC TILLAGE SOIL PROTECTION FEATURES IN THE LINK OF IRRIGATED CROP ROTATION

***Shadskikh Vladimir Aleksandrovich**, Dr. of Agric. Sci., Prof., Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Amelioration, Engels, Russia.*

***Kizhaeva Vera Evgenyevna**, Cand of Agric. Sci., Leading Researcher, Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Amelioration, Engels, Russia.*

***Rasskazova Olga Leonidovna**, senior researcher, Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Amelioration, Engels, Russia.*

***Panchenko Tamara Aleksandrovna**, junior researcher, Volga Research Institute of Hydraulic Engineering and Amelioration, Engels, Russia.*

***Keywords:** irrigated land, crop structure, crop rotation, basic tillage, dump plowing, minimal tillage, irrigation regime, irrigation rates, fertilizers.*

Abstract. Agriculture of the Saratov region is conducted in arid conditions of the Volga region dry steppe zone, and this factor, first of all, limits the volume and stability of crop production. The article presents the results of studies on the soil-protective properties of various methods of basic soil cultivation in the link of irrigated crop rotation, depending on the irrigation regime and the provision of nutrients to the soil. Studies on the method and depth of the main processing of dark chestnut soil were carried out in the link of crop rotation on irrigation. It was found that the methods of basic soil cultivation had different effects on the factors of its fertility. Under the first crop of the link (vetch + oats), the most effective was dumping plowing to a depth of 25–27 cm. Under the second crop (winter wheat) subsurface plowing to the depth of 18–20 cm had a number of advantages in the water-physical properties of the soil and the growth of the biological mass in comparison with the dump plowing to the depth of 18–20 cm. In the third crop (corn for silage), the advantage of subsurface plowing at the depth of 25–27 cm is lost; the best indicators here are on dump plowing. The conclusion is drawn that the processing of soil without turnover of the seam for three years leads to a certain deterioration in the conditions for the cultivation of the third crop – maize for silage. Therefore, it becomes necessary to determine the alternation of the dump and subsurface tillage of soil in the link of irrigated crop rotation. Under the first culture of the link it is recommended to conduct dumping plowing, for the second crop – subsurface plowing, for the third crop – dump plowing.

REFERENCES

1. Barayev A.I. Theoretical foundations of soil-protecting agriculture. – M.: Kolos, 1975. – 304 p.

2. Belenkov A.I., Sukhov A.N., Imangaliev K.A. Field rotations, basic soil cultivation and methods of soil fertility regulation in the zones of the Lower Volga region. – Volgograd: FSUE of Higher Professional Education Volgograd State Agricultural Academy, 2007. – 268 p.

3. Belenkov A.I., Zelenev A.V., Amantaev B.O. Methods of biologization in crop rotations of the Lower Volga region // Agriculture. – 2014. – No. 1. – P. 23–29.

4. Brel V.K., Shadskikh VA, Panchenko Yu.I., Kizhaeva VE Recommendations on the technology of growing fodder crops in single-species and mixed crops for the conditions of the Southern Right Bank, Central Left-bank and Northern-Left bank microzones of the Saratov Region. – Saratov: SGAU them. N.I. Vavilov, 2011. – 23 p.

5. Williams V.R. Soil Science: Collected Works. op., T. 6. – M.: Sel'khozhiz, 1951. – 576 p.

6. GOST 28268-89 Soil. Methods for determining moisture content, maximum hygroscopic humidity and humidity of plant wilting.

7. Denisov E.P., Chetverikov F. P., Kosolapov S.N., Panasov M.N. The main problems of modern agriculture in the development of resource-saving technologies. – Saratov: 2010. – 98 p.

8. Denisov K.E., Denisov E.P., Molchanova N.P., Poletaev I.S. Change in the agrophysical state of the soil with minimal treatment // Scientific life. – 2016. – № 11. – P. 42–52. .

9. B.A. Dospekhov. Methodology of field experience (with the basics of statistical processing of research results). – 6th ed., Pererab. and additional. – M.: Agropromizdat, 2010. – 352 p.

10. Ermolaev S.A., Sychev V.G., Plyushchikov V.G. Agrochemical and agroecological state of Russian soils. // Fertility. – 2001. – No. 1. – P. 4–7.

11. Kiryushin V.I., "The problem of minimizing soil cultivation", in Agriculture. – 2013. – No. 7. – P. 4–7.

12. Kachinsky N.A. Soil, its properties and life. – 3rd ed., Revised and enlarged. – M.: Science, 1975. – 296 p.

13. Scientific foundations of agriculture in the Volga region / E.P. Denisov [and others]. – Saratov: FGBOU VPO "Saratov State Automated Information System", 2008. – 153 p.

14. Fundamentals of landscape-ecological farming in the Volga Region: Textbook / E.P. Denisov [and others]. – Saratov: Saratov State Medical University, 2012. – 268 p.

15. Sergeev V.S., Ibragimova G. H. Economic efficiency of resource-saving methods of soil cultivation // Agrarian Herald of the Urals. – 2010. – No. 3 (69). – P. 52–53.

16. G.N. Cherkasov, Combined Systems of Basic Processing. Agriculture. – 2006. – No. 6. – P. 20–22.

17. Shabaev A.I. Ecology, agrolandscapes and plant protection in adaptive agriculture of the Volga region. – Saratov State University. – 2007. – 420 p.

18. Shadskikh V.A., Peshkova O.V., Kizhaeva V.E., Lapshova A.G. General requirements of the Standard of the organization of agrotechnical measures for the cultivation of agricultural crops for the dry steppe zone of the Saratov Zavolzhye // Engineering support of innovative technologies in agroindustrial complex: mater . Intern. scientific-practical conf. October 15–17, 2015. – Michurinsk: Ed. "2D Michurinsk", 2015. – P. 550–558.

УДК 631.432

ВЗАИМОСВЯЗЬ МЕЖДУ ПЛОДОРОДИЕМ ПОЧВ И ВОДНЫМ РЕЖИМОМ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КАРТОФЕЛЯ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ

А. И. ГОЛОВАНОВ, В. В. ПЧЕЛКИН, В. О. ГЕРАСИМОВ, О. М. КУЗИНА
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева», г. Москва

Реферат. На основании опытных данных получены результаты влияния водного режима на плодородие дерново-подзолистых почв водоразделов Московской области при выращивании картофеля. Представлена методика проведения исследований на опытных делянках и в лизиметрах. Выполнен анализ агрохимических характеристик почвы в начале опытов (перед посадкой картофеля 2013 г) и в конце опытов (после уборки урожая 2015 г). Значения кислотности почвы по Ph_{kcl} изменение не притерпели, а по $Ph_{сол}$ понизились в среднем на 0,3 ед. Ph. Содержание гумуса в почве за период проведения опытов (весна 2013 – осень 2015 г) практически не изменилось. При внесении фосфора нормой 120 кг/га зафиксировано его увеличение на контрольной делянке и делянке с влажностью почвы 0,6–0,7 ПВ, а на делянках со средней и высокой влажностью почвы наблюдалось заметное снижение фосфора в почве. Содержание калия в почве в конце опыта снизилось в среднем на 150 мг/кг. Содержание нитратного азота (NO_3) в почве уменьшилось в среднем на 18 мг/кг, а аммонийного азота (NH_4) на контрольной делянке и при влажности почвы 0,6–0,7 ПВ увеличилось на 0,1 мг/кг почвы, при этом на делянках со средней и высокой влажностью почвы наблюдалось понижение NH_4 на 0,4 мг/кг почвы.
Проведенный расчет динамики гумуса показал, что недопущение снижения гумуса на богаре возможно при годовом внесении навоза в почву 9 т/га, а при орошении–11 т/га.

Ключевые слова: агрохимические свойства почв, плодородие почв, кислотность почв, органическое вещество, минеральные удобрения, динамика гумуса, водный режим, картофель, урожайность.

Важным условием регулирования водного режима является сохранение плодородия почв. Методика, использованная при проведении научных исследований, была разработана на кафедре мелиорации и рекультивации земель РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева рядом авторов А. И. Голованов [7], В. В. Шабанов [8], Ю. Н. Никольский, В. В. Пчелкин [9].

Исследования рациональных режимов орошения для картофеля выполнялись на опытно-мелиоративном пункте «Дубна», размещенном в Московской области Сергеево-Посадском районе, в 2013–2015 г. В экспериментах изучалось влияние влажности корнеобитаемого слоя дерново-подзолистой почвы на урожайность картофеля и плодородие почвы. Опыты проводились на делянках размером по 80 м^2 каждая. При этом, влажность дерново-подзолистой почвы поддерживалась в слое (0–50 см) с помощью орошения в следующих диапазонах: вариант 1 – (0,60–0,70) ПВ; вариант 2 – (0,70–0,80) ПВ; вари-

ант 3 – (0,80–0,90) ПВ; 4 – контроль (без орошения).

Поливы делянок осуществлялись с помощью насадок с выдвижной частью Rain Bird (модель 1812), установленных в центре каждой делянки. Вода на полив подавалась по трубопроводам. Определение влажности почвы проводилось послойно через 0,1 м до глубины 0,5 м с помощью влагомера HH2-SM 200 (DELTA-T DEVICES LTD). Измерения влажности почвы выполнялись 1 раз в 5 дней, а также перед поливом и после каждого дождя и полива.

Посадка картофеля в 2013 году проведена 15 мая, в 2014 г – 13 мая, а в 2015 г – 16 мая. Минеральные удобрения вносились весной перед посевом семян, а так же в период роста растений общей нормой $N_{120}P_{80}K_{120.}$

Измерения элементов водного баланса проводились на каждой делянке.

Измерение осадков осуществлялось наземными осадкомерами ГГИ-3000. Параллельно с опытами на делянках проводились опыты в металлических лизиметрах (рис. 1) диаметром 1,6 м и глубиной 1,8 м

Одна из главных характеристик почв – это ее плодородие, на которое, в свою очередь, влияют физические, химические и биологические факторы. Для поддержания уровня плодородия необходим ряд условий: разработка оптимального мелиоративного режима, соответствующая эксплуатация земель, систематические агромелиоративные мероприятия [1]. Вводимые в сельскохозяйственное производство орошаемые дерново-подзолистые почвы водораздельных территорий, не должны снижать уровень плодородия под влиянием интенсивной хозяйственной деятельности человека.

Для оценки воздействия на плодородие дерново-подзолистых почв оказываемого в результате проведения опытных работ в течение 2013…2015 гг., проводился почвенный анализ. Отбор образцов проводился весной 2013 до посадки картофеля и осенью 2015, после сбора урожая. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Важным показателем пригодности почвы для ведения сельскохозяйственной деятельности является кислотность (pH). Между показателем pH и рядом других агрохимических свойств почв существует тесная корреляционная связь [2]. Значения pH_{kcl} в расчетном слое дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы перед посевом 2013 г. и после уборки урожая 2015 г. примерно одинаковы по величине на всех вариантах. Данные параметра $pH_{сол}$ после проведения опытов оказались несколько ниже, в среднем на 0,3, чем в образцах почвы взятых перед началом исследований.

Гидролитическая кислотность в пахотном слое почвы измерялась только в начале исследовательского периода. Максимальное значение зафиксировано на делянке с поддерживаемой влажностью 0,8…0,9 ПВ и составило 0,76 мг-экв/100 г почвы.

Плодородие почв оценивается главным образом количеством гумуса. Содержание гумуса в дерново-подзолистых почвах сравнительно невысокое и составляет для суглинистых почв 1,5…2,3% [3]. С целью повышения плодородия опытного участка в 2010 г. был внесен торф из расчета 100 т/га. Таким образом, содержание гумуса на начало эксперимента в почве составило от 2,2% на участке без орошения до 3,5% на участке с максимальной влажностью (табл. 1).

Таблица 1 – Почвенные характеристики опытного участка

Влажность участка	$pH_{сол}$	pH_{kcl}	P_2O_5	K_2O	NH_4	NO_3	Ca	Mg	$H_г$	Гумус
	мг/кг почвы						мг-экв/100 г почвы			%
Образцы почв 2013										
Без орошения	7,7	6,8	275	95	1,2	24,6	7,8	1,9	0,54	2,2
0,6…0,7ПВ	7,8	6,9	314	196	1,2	33,2	8,9	1,7	0,63	3,0
0,7…0,8 ПВ	7,7	6,8	326	325	1,8	34,7	10,6	2,2	0,72	3,0
0,8…0,9ПВ	7,6	6,7	325	218	1,6	37,2	9,7	2,0	0,76	3,5
Образцы почв 2015										
Без орошения	7,1	–	284	96	1,3	16,6	–	–	–	2,9
0,6…0,7ПВ	7,2	–	350	81	1,3	15,2	–	–	–	3,5
0,7…0,8 ПВ	7,7	–	252	122	1,3	10,4	–	–	–	2,25
0,8…0,9ПВ	7,4	–	303	68	1,3	14,7	–	–	–	2,9
НД	ГОСТ 26423		ГОСТ 26207		ГОСТ 26489	ГОСТ 26951	ГОСТ 26487		ГОСТ 26212	ГОСТ 26213–91

К моменту завершения опытов, этот показатель стал несколько выше и составил 2,25 и 3,5%.

В отличие от пойменных земель, дерново-подзолистые почвы водораздельных территорий значительно меньше обогащены фосфором [4]. В связи с этим, фосфор вносился ежегодно перед посевом и в течение вегетации общей нормой 120 кг/га. В результате чего наблюдалась следующая динамика: в начале опытов уровень P_2O_5 составил на делянке без орошения 275 мг/кг, на остальных делянках 314…326 мг/кг, после проведения опытов наблюдали на контрольном участке увеличение показателя на 9 мг/кг, на делянках количество фосфора различно и составляет 252…350 мг/кг. Максимальное увеличение содержания фосфора наблюдается на делянке с влажностью 0,6…0,7 ПВ – 36 мг/кг. На остальных делянках наблюдается заметное снижение этого показателя.

При освоении дерново-подзолистых почв, уровень содержания калия в них довольно низок. При ведении хозяйственной деятельности, за счет внесения удобрений, содержание калия в них повышается [4]. Главным источником калия для растений являются калийные удобрения и почвенные калийсодержащие минералы [4]. Согласно данным таблицы 1, орошение и интенсивное использование почв водораздельных территорий способствовали понижению показателей содержания калия в среднем на 150 мг/кг.

На основании данных таблицы 1 можно сделать вывод, что использование орошения на дерново-подзолистых почвах способствовало значительному понижению содержания нитратного азота (NO_3), к примеру, на делянке со средней влажностью 0,7…0,8 ПВ понижение составило 24 мг/кг почвы, изменив показатель с 34,7 до 10,4 мг/кг.

Иная тенденция наблюдалась с содержанием аммонийного азота (NH_4), где в случае с контрольной делянкой и делянкой с влажностью 0,6…0,7 ПВ произошло незначительное повышение на 0,1 мг/кг, а на делянках со средней и повышенной влажностью (делянки 3, 4) наблюдалось понижение на 0,5 и 0,3 мг/кг почвы соответственно.

Исследования водного режима данных земель показали значительный прирост промываемости почвы при ее орошении – с 43 до 99 мм/год (т. е. почти в 2 раза), что возможно вызовет негативные экологические последствия, связанные с перепромывкой малоплодородных дерново-подзолистых почв, хотя и приведет к увеличению урожайности также в два раза, но при условии, что вымыв гумуса будет компенсирован соответствующими дозами органических удобрений. Пример динамики относительной продуктивности картофеля в отдельные годы при орошении и на богаре, показан на рисунке 1.

Без орошения отчетливо видны значительные недороды в сухие годы (снижение урожайности до 60% в 12-ти годах из 45)

Для выяснения динамики гумуса при выращивании картофеля в условиях нашего эксперимента воспользуемся способом его расчета, предложенным А. И. Голованом [5].

При оптимальных условиях и правильной агротехнике урожайность U_0 можно определить по формуле:

$$U_0 = \eta K_{ур} Q_ф / (q K_{св}) \qquad (2)$$

где η – коэффициент полезного использования ФАР (доли единицы); для картофеля он принят равным 0,05; $K_{ур}$ – коэффициент, определяющий долю хозяйственно ценной части урожая в сухой биомассе картофеля 0,793; $Q_ф$ – количество ФАР за вегетацию для Московской области приближенно равняется 160 КДж/см^2 или $1{,}6 \cdot 10^{10}$ КДж/га; для производства 1 кг сухой биомассы картофеля необходимо q = 18000 КДж энергии; при амбарной влажности клубней картофеля 30%, $K_{св}$ = 0,70 [5].

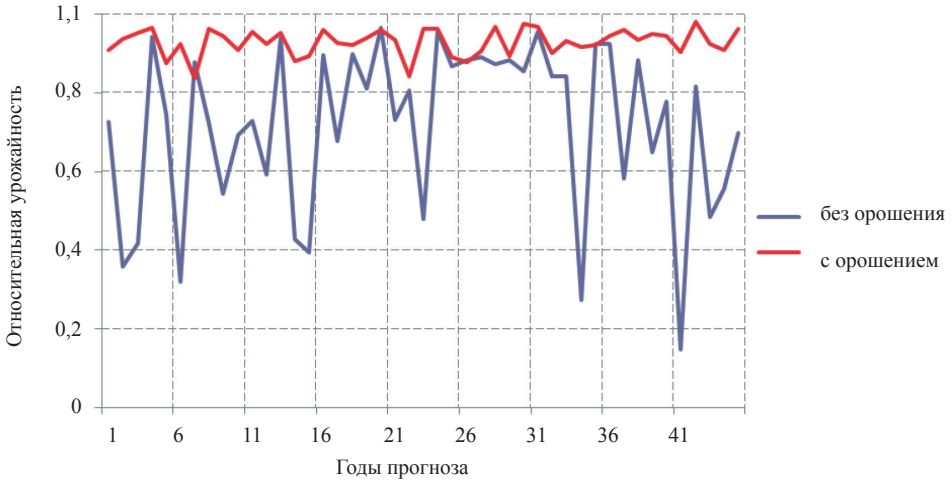


Рисунок 1. Динамика относительной урожайности при орошении картофеля и влияние его на потенциальную урожайность U_0

При этих исходных данных имеем потенциальную урожайность:

$$U_0 = 0{,}05 \cdot 0{,}793 \cdot 1{,}6 \cdot 10^{10}/(0{,}18 \cdot 10^5 \cdot 0{,}7) = 50 \text{ т/га}.$$

Такие урожаи действительно получают в благоприятные годы при хорошей обеспеченности влагой, теплом и питательными веществами.

По нашим результатам, полученный на делянках, максимальный урожай при орошении равен 43–45 т/га [11] и примерно соответствует его максимальной оценке; а на контроле (без орошения) средний по годам урожай составил 24 т/га. Согласно данным В. В. Шабанова [8], полученным им в результате анализа урожая картофеля на 50 сортоучастках за 10 лет, на севере Московской области был равен 25 т/га, что также хорошо согласуется с нашими результатами. Интересно, что отношение урожайности без орошения, к максимальной при орошении в наших опытах равно 24/44 = 0,55. Это практически совпадает с результатами прогноза по программам А. И. Голованова [5], полученных В. В. Пчелкиным 22/42 = 0,52 [10].

Влияние влажности почвы на урожайность можно определить по формуле В. В. Шабанова [6].

Изменение запасов гумуса т/(га·год), приближенно можно описать дифференциальным уравнением

$$dG/dt = A - BG \qquad (2)$$

или его решением

$$G = A/B - (G_0 - A/B) \exp(-Bt) \quad (3)$$

где A – темпы образования нового гумуса $G_{нов}$ при минерализации растительных остатков или органических удобрений $G_{уд}$, в том числе сидератов, а также потери гумуса *Вым* при нисходящих токах влаги: A= Gнов + Gуд– Вым; B – коэффициент, учитывающий минерализацию гумуса; т/га

Новообразованный гумус можно рассчитать по эквивалентному содержания углерода, т/(га·год) в растительных остатках или навозе:

$$G_{нов} = 1{,}724K_{гум}K_{с}Б_{р.о}; G_{уд} = 1{,}724K_{гум}K_{с}K_{св}Д_{н}, \quad (4)$$

где 1,724 – коэффициент, учитывающий долю углерода в гумусе 1/0,58=1,724; $K_{гум}$ – коэффициент гумификации растительных остатков или навоза; $K_{с}$ – доля углерода в сухой биомассе или в навозе; $Б_{ро}$ – сухая биомасса растительных остатков, при известном урожае $U_{ф}$, кг/(га·год), получаемом по формуле,

$$Б_{ро} = U_{ф}К_{св}(1–K_{ур})/K_{ур}, \text{ т/(га·год)}; \quad (5)$$

$K_{св}$ – доля сухой массы в урожае, в навозе или в сидератах; $Д_{н}$ – ежегодная доза навоза или запахиваемых сидератах, т/(га·год). Для ориентировочных расчетов можно принимать, что 1 т биомассы в среднем дает 120, а 1 т навоза – 50…70 кг нового гумуса.

Вымыв гумуса можно оценить, зная его содержание в почвенной влаге, при этом растворяется подвижная фракция гумуса в виде фульвокислот. Концентрация фульвокислот в почвенной влаге зависит от щелочности почвы или от содержания натрия в почвенном поглощающем комплексе (от степени осолонцевания):

Na в ППК, % 0 2 4 6 8 10 15 20

Растворимость гумуса $С_{г}$, кг/м^3 0,35 0,42 0,55 0,62 0,70 0,85 1,22 2,15

$$\text{Вымыв гумуса } Вым = 0{,}01gC_{г}, \text{ т/(га·год)}, \quad (6)$$

где g – ежегодная промываемость почвы в мм.

При промываемости подзолистых почв южной тайги равной 100…140 мм/год, вымыв гумуса может составить 0,35…0,50 т/(га·год). Это является одной из причин малогумусности этих почв, в которых гумуса в 1 м слое содержится около 100 т/га, тогда как в типичных черноземах – до 700 т/га.

Коэффициент B в формуле (7) учитывает разложение или минерализацию гумуса $B_{мин}$, а также его потери $B_{эр}$ при эрозии:

$$B = (B_{мин} + B_{эр}), \text{ год}^{-1} \quad (7)$$

Скорость минерализации гумуса и его потери зависят от наличия гумуса, поэтому эта составляющая баланса гумуса в уравнении (7) имеет вид произведения $B{\cdot}G$. При постоянстве коэффициента B разложение гумуса со временем затухает.

В величину B входят смыв и выдувание гумуса при водной и ветровой эрозии, так как количество смытого или вынесенного ветром гумуса зависит от массы удаленной почвы и от содержания гумуса в ней, т. е. $B = B_{мин} + B_{эр}$. Коэффициент $B_{эр}$ свя-

зан с интенсивностью эрозии. Для слабо эродированных почв он равен 0,00125 год$^{-1}$, для средне эродироанных – 0,00417, сильно эродированных 0,00833 год$^{-1}$. В наших расчетах принято, что почвы слабо эродированные.

Из работы [5] приняты значения коэффициента скорости минерализации гумуса $B_{мин}$ по установившимся запасам гумуса в слое 0…20 см (по данным И.В. Тюрина) с учетом его вымывания нисходящими токами влаги. В прогнозных расчетах принято для южно-таежной зоны $B_{мин} = 0{,}0075$ год$^{-1}$; $B_{эр} = 0{,}00125$ год$^{-1}$; $B = 0{,}00875$ год$^{-1}$. Начальные запасы приняты равными 75 т/га, что типично для южнотаежной зоны дерново-подзолистых почв [5].

По указанным выше формулам с использованием результатов прогноза водного режима богары и орошаемых участков выполнены прогнозные расчеты динамики запасов гумуса (рис. 2 и 3). Из рисунка 2 видно, что в богарных условиях требуется ежегодное внесение навоза дозой 9 т/(га·год) из-за значительной естественной промываемости, в качестве компенсационного мероприятия, восполняющего потери гумуса.

Орошение (рис. 3) усугубляет дефицит гумуса, поэтому прогнозируются повышенные до 11 т/га·год дозы навоза. Такие ежегодные внесения делают варьирующие запасы гумуса, в среднем за весь период прогнозирования (45 лет), примерно равными изначальным запасам. Тем самым не допускается ухудшение экологической обстановки, вызванной орошением. Меньшие дозы навоза приводят к явно выраженному значительному обеднению и без того малоплодородных дерново-подзолитых почв. Рекомендуемые мероприятия создают условия для существенного, примерно в два раза, роста продуктивности этих земель без ухудшения экологической обстановки. Ожидаемый незначительный прирост гуминов в подземных водах представляется неопасным и естественно привычным для рассматриваемой территории.

Предлагаемое содержание земель делает сельскохозяйственное производство устойчивым во времени и заметно более продуктивным.

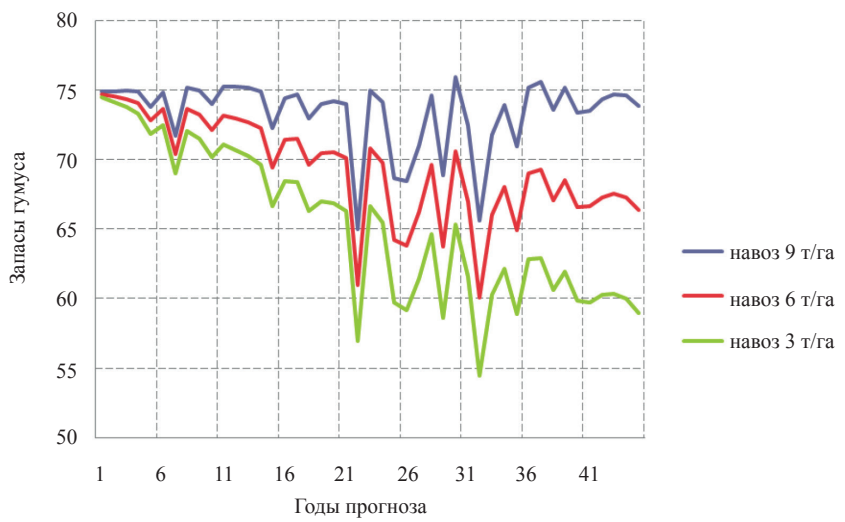


Рисунок 2. Подбор дозы навоза на богаре

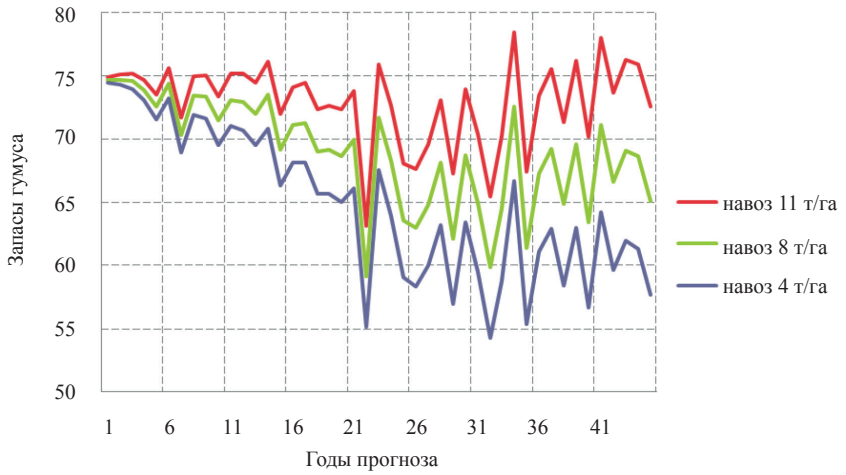


Рисунок 3. Подбор дозы навоза при орошении

Выводы

Значения кислотности почвы по $Рн_{kcl}$ изменение не притерпели, а по $Рн_{сол}$ понизились в среднем на 0,3 ед. Рн .

Содержание гумуса в почве за период проведения опытов (весна 2013 – осень 2015 г) практически не изменилось.

При внесении фосфора нормой 120 кг/га зафиксировано его увеличение на контрольной делянке и делянке с влажностью почвы 0,6–0,7 ПВ, а на делянках со средней 0,7–0,8 ПВ и высокой влажностью почвы 0,8–0,9 ПВ наблюдалось заметное снижение фосфора в почве.

Содержание калия в почве в конце опыта снизилось в среднем на 150 мг/кг.

Содержание нитратного азота (NO_3) в почве уменьшилось в среднем на 18 мг/кг, а аммонийного азота (NH_4) на контрольной делянке и при влажности почвы 0,6–0,7 ПВ увеличилось на 0,1 мг/кг почвы, при этом на делянках со средней 0,7–0,8 ПВ и высокой влажностью почвы 0,8–0,9 ПВ наблюдалось понижение NH_4 на 0,4 мг/кг почвы.

Проведенный расчет динамики гумуса показал, что недопущение снижения гумуса на богаре возможно при годовом внесении навоза в почву 9 т/га, а при орошении – 11 т /га.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астапов С. В. Мелиоративное почвоведение. – М. : Сельхозгиз, 1985. – 367 с.
2. Никитин И. С., Панов Е. П., Соломина А. П. Режим орошения основных сельскохозяйственных культур в Нечерноземной зоне РСФСР : сб.науч. ст. – М. : ВНИИГиМ. – 1987. – С. 13–18.
3. Пчелкин В. В. Осушительная система. Патент на изобретение № 2159306, кл.E02B 11/00 , бюл. №32 от 05.04.1999.
4. Завалин А. А., Пчелкин В. В. Влияние водного режима и минеральных удобрений на водно-физические свойства почвы // Проблемы экологии и безопасности жизнедеятельности в 21 веке. Материалы науч.-практ. конф. – МАЭБП. – Вып. 3. – 2002. – С. 81–82.

5. Мелиорация земель. Учебник. / А. И. Голованов, И. П. Айдаров, М. С. Григоров, В. В. Пчелкин и др.; под ред. А. И. Голованова. – М. : «КолосС», 2011. – 824 с.
6. Шабанов В. В. Влагообеспеченность яровой пшеницы и ее расчет. – Л. : Гидрометеоиздат, 1981. – С. 82–85.
7. Голованов А. И. Оптимизация режимов орошения черноземов // Почвоведение. – 1993. – № 6. – С. 79–84.
8. Шабанов В. В. Обоснование потребности в мелиорациях. – М. : МГМИ, 1981. – С. 82–85.
9. Разработка методов управления водным, воздушным, тепловым и пищевым режимами. Заключительный отчет НИС МГМИ. – № Гос. регистр. 0.1826038593. – М., 1984. – 253 с.
10. Пчелкин В. В. Обоснование мелиоративного режима осушаемых пойменных земель : автореф. дис. … д-ра техн. наук. – М., 2003. – 466 с.
11. Герасимов В. О., Пчелкин В. В. Водный режим картофеля на дерново-подзолистых почвах водоразделов Московской области / Мелиорация и водное хозяйство. – М. : Издательство «Редакция журнала “Мелиорация и водное хозяйство”», 2015. – № 4. – С. 1–34.

***Голованов Александр Иванович**, д-р техн. наук, профессор, глав. науч. сотрудник, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»: Россия, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.*

***Пчелкин Виктор Владимирович**, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Мелиорация и рекультивация земель», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»: Россия, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.*

***Герасимов Вячеслав Олегович**, аспирант кафедры «Мелиорация и рекультивация земель», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»: Россия, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.*

***Кузина Оксана Михайловна**, аспирант кафедры «Мелиорация и рекультивация земель», ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева»: Россия, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49.*

Тел.: (499) 977-14-55
E-mail: info@rgau-msha.ru

RELATIONSHIP BETWEEN THE SOIL FERTILITY AND WATER REGIME WHEN GROWING POTATOES ON SOD-PODZOLIC SOILS

***Golovanov Aleksandr Ivanovich**, Dr. of Tech. Sci., Prof., Senior Staff Scientist, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia.*

***Pchelkin Viktor Vladimirovich**, Dr. of Tech. Sci., Prof., Head of Chair, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia.*

***Gerasimov Viacheslav Olegovich**, Post-graduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia.*

***Kuzina Oksana Mikhaylovna**, post-graduate student, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia.*

***Keywords:** agrochemical properties of soils, soil fertility, acidity of soils, organic matter, mineral fertilizers, dynamics of humus, water regime, potatoes, yield.*

Abstract. On the basis of experimental data, the results of the influence of the water regime on the fertility of sod-podzolic soils of the watersheds of the Moscow region during the cultivation of potatoes were obtained. The technique of carrying out studies on experimental plots and in lysimeters is presented. The soil agrochemical characteristics were analyzed at the beginning of the experiments (before planting the potato in 2013) and at the end of the experiments (after harvesting 2015). The va-

lues of the soil acidity according to Phkcl did not change, and those on Phсол decreased by an average of 0.3 units. Ph. The content of humus in the soil during the period of the experiments (spring 2013 – autumn 2015) practically did not change. When phosphorus was applied at a rate of 120 kg/ha, its increase in the control plot and plot with soil moisture content 0.6–0.7 MWC was recorded, and in plots with medium and high soil moisture, a noticeable decrease in phosphorus in the soil was observed. The content of potassium in the soil at the end of the experiment decreased by an average of 150 mg/kg. The content of nitrate nitrogen (NO3) in the soil decreased by an average of 18 mg/kg, and ammonium nitrogen (NH4) in the control plot and soil with moisture content 0.6–0.7 MWC increased by 0.1 mg/kg soil, while on plots with medium and high soil moisture, a decrease in NH4 by 0.4 mg/kg soil was observed. The calculation of the humus dynamics showed that the prevention of a decrease in humus in the bogharic lands is possible with an annual application of manure into the soil of 9 tons/ha, and with irrigation – 11 tons/ha.

REFERENCES

1. Astapov S.V. Meliorative soil science. – M.: Sel'khozhiz, 1985. – 367 p.

2. Nikitin I.S., Panov E.P., Solomina A.P. Irrigation regime of the main agricultural crops in the Non-blacksoil zone of the RSFSR: Sat. Art. – M.: VNIIGIM. – 1987. – P. 13–18.

3. Pchelkin V. V. The drainage system. Patent for invention No. 2159306, cl. E02B 11/00, bul. №32 from 05.04.1999.

4. Zavalin A.A., Pchelkin V.V. Influence of water regime and mineral fertilizers on water-physical properties of soil // Problems of ecology and safety of vital activity in the 21st century. Materials of scientific-practical. Conf. – MAEBP. – r. 3. – 2002. – P. 81–82.

5. Land reclamation. Textbook. / A.I. Golovanov, I.P. Aidarov, M.S. Grigorov, V.V. Pchelkin and others; Ed. A.I. Golovanov. – M.: KolosS, 2011. – 824 p.

6. Shabanov V. V. Moisture availability of spring wheat and its calculation. – L.: Gidrometeoizdat, 1981. – P. 82–85.

7. Golovanov A.I. Optimization of irrigation regimes of black soils. // Pochvovedenie. – 1993. – No. 6. – P. 79–84.

8. Shabanov V. V. Justification of the need for reclamation. – M.: MGMI, 1981. – P. 82–85.

9. Development of methods for managing water, air, heat and food regimes. Final report of NIS MGMI. – No. State. register. 0.1826038593. – M., 1984. – 253 p.

10. Pchelkin V. V. Substantiation of the meliorative regime of the drained lands of flooded lands: the author's abstract. dis. ... Dr. techn. sciences. – M., 2003. – 466 p.

11. Gerasimov V.O., Pchelkin V.V. Water regime of potato on sod-podzolic soils of watersheds of the Moscow Region / Melioration and water management. – M.: Publishing house "Editorial board of the journal" Melioration and water management", 2015. – № 4. – P. 1–34.

УДК 621.365.5

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ МИКРОВОЛНОВЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ НА МОРФОЛОГИЮ ПРОРОСТКОВ ПШЕНИЦЫ

И. И. ШАМГУНОВ, А. В. СТЕПУРА
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ», г. Казань, Республика Татарстан

Реферат. В сельском хозяйстве широко применяются различные методы воздействия на растения, целью которого является повышения качества и полевой всхожести семян сельскохозяйственных культур. К такому методам относится электромагнитное излучение, являющееся экологически безопасными для окружающей среды. Целью данного лабораторного исследования является получения наилучших режимов предпосевной обработки семян яровой пшеницы электромагнитным полем СВЧ-диапазона, в результате которой происходит значительное увеличение морфофизиологических показателей их проростков и, как следствие, повышение урожайности данной культуры. Исследования проводились на кафедре радиофотоники и микроволновых технологий Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева, г. Казань Республики Татарстан в 2016-2018г. Эксперимент проводился на семенах яровой пшеницы сорта «Экият», которые облучались разными дозами СВЧ излучения частотой 2450 МГц. Облученные семена пяти групп, одна контрольная, проращивались между двумя слоями влажной фильтровальной бумаги, согласно ГОСТ 12038-84. В результате установлено, что обработка СВЧ излучением значительно влияет на морфофизиологические параметры. Результаты, относительно контрольной группы, показали, что, при мощности облучения в 350 Вт, энергия прорастания увеличилась 15 сек – 1% 30 сек – 3%, 45 сек – 3%, 60 сек – 7%. Так же при облучении семян пшеницы СВЧ излучением данной мощностью в течении 60 сек достигается максимум стимулирующего действия, в рамках данного исследования, равный 30%. Опираясь на эти данные, лучший результат показало СВЧ излучение с параметрами: частота 2450 МГц, мощность 350 Вт, время облучения 60 сек. Данный метод можно рекомендовать к использованию в сельском хозяйстве для повышения урожайности сортов твердой яровой пшеницы.

Ключевые слова: СВЧ излучение, предпосевная обработка, урожайность, морфофизиологический показатель, яровая пшеница, сельскохозяйственное растение.

Изучив результаты исследований, продемонстрировавших влияние низкоинтенсивных волн миллиметрового диапазона на процессы метаболизма растительных организмов, можно сделать выводы, что такие методы могут стать альтернативой химическим методам. Электромагнитное излучение являются экологически безопасными, так как поглощаясь в обрабатываемом растении, оказывает непосредственное влияние на процессы жизнедеятельности растения, но при этом никакие вредные для экологии вещества не попадают во внешнюю среду [1, 5, 7].

Облучение семян растений, в зависимости от дозы, могут нести как стимулирующее, так и ингибирующее действие [2, 8]. Стимулирующие дозы ускоряют рост, изменяют физико-химического состояние клеток, воздухо- и водопроницаемость оболочки. Передозировка вызывает на-

рушения внутриклеточных структур, что требует определенных затрат на их восстановление[2–4].

Стимулирующий эффект достигается только при определенных параметрах электромагнитного поля, а именно время облучения, частота, мощность, пространственные характеристики электромагнитного поля. При этом для каждого растительного организма необходимо подбирать свои параметры [1, 10].

Для определения режима СВЧ обработки семян пшеницы, при котором будет наблюдаться наилучший стимулирующий эффект были выбраны семена яровой пшеницы сорта «Экият». В эксперименте участвовало пять групп семян по 50 зерен в группе. Семена укладывались одним слоем в рабочей камере лабораторной микроволновой печи, и облучались электромагнитным излучением частотой 2450 МГц. В работе использовались три режима работы оборудования: низкая (70 Вт), средняя (350 Вт) и высокая (700 Вт) мощности излучения. В каждом режиме мощности, группы семян подвергались обработке в течение 15, 30, 45 и 60 секунд. Пятая группа, контрольная, не подвергалась никакой обработки и проращивалась в тех же условиях, что и остальные группы [6].

Семена всех групп проращивались между двумя слоями влажной фильтровальной бумаги, согласно ГОСТ 12038-84 «Семена сельскохозяйственных культур». Методы определения всхожести».

На третий день эксперимента измерялась энергия прорастания, а на седьмой день лабораторная всхожесть (табл. 1).

Таблица 1

Показатель	Контроль	Время облучения, сек			
		15 сек	30 сек	45 сек	60 сек
Низкая мощность					
Энергия прорастания, %	66 ± 4	58 ± 5	66 ± 4	56 ± 5	68 ± 3
Лабораторная всхожесть,%	94 ± 4	92 ± 3	94 ± 2	94 ± 3	95 ± 3
Средняя мощность					
Энергия прорастания, %	64 ± 3	65 ± 2	67 ±2	67 ± 3	71 ± 2
Лабораторная всхожесть,%	93 ± 2	94 ± 2	93 ±5	96 ±2	98 ± 2
Высокая мощность					
Энергия прорастания, %	65 ± 4	59 ± 4	58 ± 3	55 ± 6	54 ± 1
Лабораторная всхожесть,%	91 ± 2	92 ±3	90 ± 2	90 ± 2	89 ± 2

По таблице 1 видно, что обработка СВЧ излучением влияет на энергию прорастания, так при облучении средней мощностью в течении 60 секунд показало значение на 7% больше относительно контроля. Однако при высокой мощности излучения есть заметное отставание в росте, при воздействии облучением в течение 15 сек энергия прорастания равнялась 59%, 30 сек – 58%, 45 сек – 55%, 60 сек – 54%, что на 6, 7, 10, и 11% ниже контрольного значения. По лабораторной всхожести лучший показатель при СВЧ облучении средней мощностью в течении 60 сек и равно 98%.

Таблица 2 – Результаты учета количества корней ростков пшеницы

Длительность предпосевной обработки семян ЭМП СВЧ-диапазона	Морфологические параметры проростков семян яровой пшеницы (усредненные), в см.								
	Низкая мощность			Средняя мощность			Высокая мощность		
	Длина ростка	Количество корней	Длина корней	Длина ростка	Количество корней	Длина корней	Длина ростка	Количество корней	Длина корней
0 секунд	4,91	4,97	6,12	4,8	5,02	6,08	4,86	5,6	6,13
15 секунд	5,22	4,97	7,28	6,32	4,95	7,83	4,28	5,47	11,1
30 секунд	5,26	4,95	7,47	6,35	4,95	8,67	4,2	5,45	11,67
45 секунд	5,25	4,98	7,89	6,34	4,95	8,73	4,06	5,4	10
60 секунд	5,29	4,98	8,02	6,44	4,96	8,93	3,88	5,39	9,77

У ростков пшеницы измеряли длину корней и проростков, вели учет количества корней, результаты представлены в таблице № 2 и диаграммах на рисунке 1 и рисунке 2.

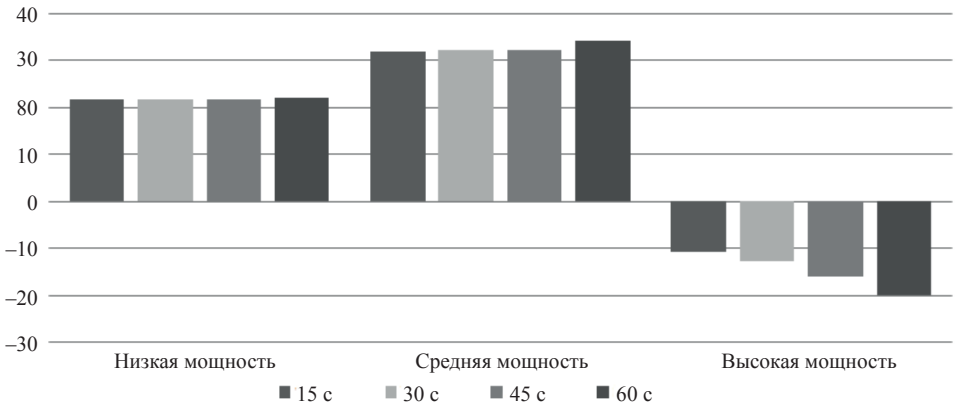


Рисунок 1. Изменение среднего значения длины ростков пророщенных семян, относительно контрольной группы, при (а) низкой, (б) средней и (в) высокой мощности излучения

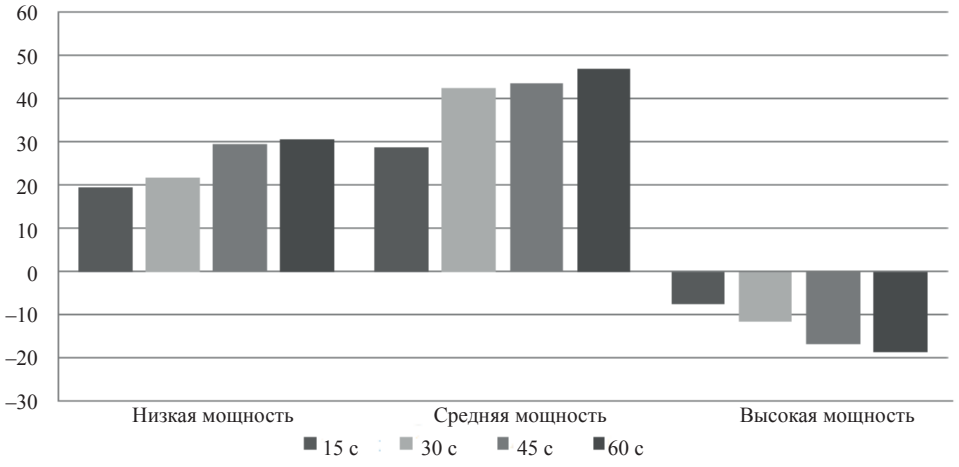


Рисунок 2. Изменение среднего значения длины корней пророщенных семян, относительно контрольной группы

Анализ результатов данного лабораторного исследования позволяют сделать следующий вывод:

При обработке семян пшеницы в режиме низкой и средней мощности излучения, наблюдается значительный прирост биомассы проростков данных семян.

После СВЧ обработка семян в режиме высокой мощности выявлен ингибирующий эффект, т. е. эта группа показала результат хуже по сравнению с семенами, не подвергнутыми излучению.

Наилучший результат настоящего лабораторного исследования воздействия ЭМП СВЧ-диапазона на семена яровой пшеницы, показала группа семян облученная электромагнитным полем СВЧ диапазона в режиме средней мощности в течении 60-ти секунд. Прирост биомассы, длин их

ростков и корней, образовавшихся из семян пшеницы, обработанных в данном режиме, составил более 30%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цугленок Г. И. Система исследования электротехнологических процессов ВЧ и СВЧ обработки семян : автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.20.02 / Красноярский гос. аграрн. университет. Красноярск., 2003. – С. 83–94.
2. Вансович К. А., Пахотин А. Н., Мощенко Ю. Б. Повышение посевных качеств семян зерновых культур путем их предпосевной обработки магнитно-импульсным полем // Агроинформ : информац. бюллетень / Главное управление сел. хоз-ва Омской обл. – 2003. – № 1. – С. 33–37.
3. Бецкий О. В., Лебедева Н. Н., Котровская Т. И. Электромагнитная биотехнология // Биомедицинские технологии и электроника. – 2002. – № 10. – С. 15–28.
4. Батыгин Н. Ф. Биологические основы предпосевной обработки семян и зоны ее эффективности // Сельскохозяйственная биология. – 1980. – Т. 15. – С. 504–509.
5. Скоробреха П. И., Захоба В. П. // Применение низкоэнергетических физических факторов в биологии и сельском хозяйстве : тез. докл. Всесоюз. науч. конф. – Киров, 1989. – С. 57–58.
6. Шамгунов И. И., Степура А. В. Исследование влияния предпосевного СВЧ воздействия на морфологические показатели прорастающих семян яровой пшеницы // Инженерный вестник Дона. – 2017. – № 2 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/N2y2017/4243.
7. 3.J. C. Evaluating scientific literature on biological effects of microwave radiation // IEEE Microwave Magazine. – 2004. – Vol. 5. – № 1. – P. 34–37.
8. Karpovich V. A., Rodionova V. N., Lepyan G. Ya. Application of Microwave Energy in Modern Biotechnologies // MSMw'2001 Symposium Proceedings, Kharkov, 4–9 June 2001. – P. 909–910.
9. Шовкопляс С. В. // Применение СВЧ-облучения в биологии и сельском хозяйстве : тез. докл. Всесоюз. конф. – Кишинев, 1991. – 16 с.

***Шамгунов Илшат Илсунович**, студент, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ»: Россия, 420111, Казань, ул. Карла Маркса. 31.*

***Степура Аскольд Валентинович**, ст. преп. кафедры радиофотоники и микроволновых технологий, ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А. Н. Туполева – КАИ»: Россия, 420111, Казань, ул. Карла Маркса. 31.*

Тел.: (495) 539-55-19
E-mail: step-ura@mail.ru

EFFECT OF PRESOWING MICROWAVE RADIATION TREATMENT ON THE MORPHOLOGY OF WHEAT GERMS

***Shamgunov Ilshat Ilsunovich**, student, Kazan National Research Technical University, Kazan, Russia.*

***Stepura Askold Valentinovich**, senior lecturer, Kazan National Research Technical University, Kazan, Russia.*

Keywords: *microwave radiation, presowing treatment, yield, morphophysiological indicator, spring wheat, agricultural plant.*

Abstract. Various methods of influencing plants are widely used in agriculture with the purpose to improve the quality and field germination of crops seeds. Such methods include electromagnetic radiation, which is environmentally friendly for the environment. The purpose of this laboratory study is to obtain the best regimes of pre-sowing treatment of spring wheat seeds by an electromagnetic field of the microwave range, as a result of which a significant increase in the morphophysiological indices of their seedlings takes place, and as a result, an increase in the yield of this crop. The research was carried out at the Department of Radio Photonics and Microwave Technologies of the Kazan National Research Technical University, Kazan, Republic of Tatarstan, in 2016–2018. The experiment was carried out on seeds of spring wheat of the «Ekiyat» variety, which were irradiated with different doses of microwave radiation with a frequency of 2,450 MHz. Irradiated seeds of five groups, one of them – control, were germinated between two layers of moist filter paper, according to GOST 12038-84. As a result, it has been established that microwave radiation treatment significantly affects the morphophysiological parameters. The results of the control group showed that, at an irradiation power of 350 W, germination energy increased after 15 sec by 1%, 30 sec – 3%, 45 sec – 3%, and after 60 sec – by 7%. Also, when irradiating wheat seeds with microwave radiation with this power for 60 sec, a maximum of stimulating action is achieved, within the framework of this study, it is equal to 30%. Based on these data, the best result was shown by microwave radiation with parameters: frequency 2450 MHz, power 350 W, irradiation time 60 sec. This method can be recommended for use in agriculture to improve the yield of varieties of hard spring wheat.

REFERENCES

1. Zuglenok G.I. System of research of electrotechnological processes of HF and microwave treatment of seeds: the author's abstract. dis. ... Dr. techn. Sciences: 05.20.02 / The Krasnoyarsk state agrarian university. Krasnoyarsk, 2003. – P. 83–94.

2. Vansovich K.A., Pakhotin A.N., Moshchenko Yu. B. Increase of the sowing qualities of seeds of grain crops by their presowing treatment by a magnetic-impulse field // Agroinform: information bulletin / General Directorate of villages of the Omsk Region. – 2003. – No. 1. – P. 33–37.

3. Betsky O.V., Lebedeva H. H., Kotrovskaya T.I. Electromagnetic biotechnology // Biomedical technologies and electronics. – 2002. – No. 10. – P. 15–28.

4. Batygin N.F. Biological bases of presowing seed treatment and its efficiency zone // Agricultural Biology. – 1980. – T. 15. – P. 504–509.

5. P.I. Skorobrekh, V.P. Zakhoba // Application of low-energy physical factors in biology and agriculture: theses. doc. All-Union. sci. Conf. – Kirov, 1989. – P. 57–58.

6. Shamgunov I. I., Stepura A. V. Investigation of the influence of presowing microwave effect on the morphological parameters of germinating seeds of spring wheat // Engineering Bulletin of the Don. – 2017. – № 2 [Electronic resource]. – Access mode: http://ivdon.ru/en/magazine/archive/N2y2017/4243.

7. 3.J. C. Evaluating scientific literature on biological effects of microwave radiation // IEEE Microwave Magazine. – 2004. – Vol. 5. – No. 1. – P. 34–37.

9. Karpovich V. A., Rodionova V. N., Lepyan G. Ya. Application of Microwave Energy in Modern Biotechnologies // MSMw'2001 Symposium Proceedings, Kharkov, 4–9 June 2001. – P. 909–910.

10. S.V. Shovkoplyas // Application of microwave radiation in biology and agriculture: thesis account. All-Union Conf. – Chisinau, 1991. – P. 16.

УДК 57.044 : 550.42

ХИМИКО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УРБАНИЗИРОВАННЫХ ЭКОСИСТЕМ ПО СОДЕРЖАНИЮ ЦИНКА В ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ

М. А. ШИШЛОВА, Т. М. ШИШЛОВА, Н. В. БЫКОВСКАЯ
Филиал ФГАОУ ВПО «Дальневосточный федеральный университет» в г. Уссурийске,
г. Уссурийск, Приморский край

Реферат. Тяжелые металлы являются загрязнителями окружающей среды. Их токсичное действие проявляется во всех средах экосистемы при высоком уровне техногенного воздействия. К одним из таких металлов относится цинк, который широко распространен в природе. Современное состояние урбанизированных экосистем малых городов Приморского края относительно тяжелых металлов, остается слабоизученным. Исследование содержания цинка в почвах, пресных водах водотоков, приземном воздухе г. Уссурийска (Приморский край) и выявление зависимости мутагенной и рекомбиногенной активности речной воды водотоков города от степени ее загрязнения тяжелыми металлами (цинк) с использованием тест-системы «Соматический мозаицизм сои» для оценки масштабов экологических изменений в урбоэкосистеме, позволяет дать комплексную оценку состояния экосистемы малых городов Приморского края. Превышение концентрации цинка по сравнению с предельно допустимой концентрацией (ПДК=55 мг/кг) наблюдается в почвах города со всех пунктов сбора в наблюдаемые периоды. По результатам исследований в 2015–2017 гг. выявлено, что концентрация цинка в приземном воздухе на всех пунктах слежения города не превышала уровень ПДК$_{с.с}$ и находилась в пределах 0,136–0,440 мкг/м^3 в черте города и 0,016–0,04 мкг/м^3 в фоновом районе. В речной воде водотоков города присутствует цинк в количествах, превышающих предельно-допустимую концентрацию для рыбохозяйственных водоемов (ПДК = 0,01мг/л) в воде со всех станций сбора. Использование генетической тест-системы сои показало, что речная вода индуцирует цитогенетические нарушения (соматический кроссинговер, точковые мутации, хромосомные делеции, анеуплоидию), следовательно, она содержит генотоксиканты. Повышенное содержание цинка вносит свой вклад в мутагенный эффект проб воды при условии увеличения содержания и других тяжелых металлов.

Ключевые слова: цинк, почва, речная вода, приземный воздух, цитогенетическая активность воды, генетическая тест-система «Соматический мозаицизм сои».

Деятельность человека в пределах городов приводит к существенным и часто необратимым изменениям в основных природных средах. Важнейшими поллютантами в урбоэкосистемах являются тяжелые металлы. К одним из таких металлов относится цинк. Он, с одной стороны, является необходимым микроэлементом, с другой активным загрязнителем экосистемы, так как относится к первому классу опасности [1].

Цинк достаточно широко распространен в природе: в небольших количествах он встречается во всех породах вулканического происхождения, в морской и пресной, в том числе водопроводной воде, во всех растительных и животных тканях, являясь незаменимым микроэлементом для

человека и животных. Zn содержится в полиметаллических сульфидных рудах, его основные минералы: сфалерит (цинковая обманка) и вюрцит ZnS, смитсонит $ZnCO_3$, каламин $Zn[Si_2O_7](OH)_2 \cdot H_2O$, цинкит ZnO.

Цинк попадает в природные воды в результате протекающих в природе процессов разрушения и растворения горных пород и минералов, главным образом сфалерита, сульфидных комплексных и железных руд и в результате коррозии трубопроводов. Значительные количества цинка поступают со сточными водами рудообогатительных фабрик, гальванических цехов многих предприятий, производств пергаментной бумаги, минеральных красок, искусственных волокон. В последнее время резко возросло техногенное загрязнение среды цинком. Он поступает в атмосферу при сжигании угля, производстве сплавов, при истирании автомобильных шин, для вулканизации которых он используется. Антропогенное поступление цинка в окружающую среду на 700% превышает природное.

Цинк является важным элементом для функционирования широкого спектра физиологических процессов в живых организмах, около 10% генов всего человеческого генома кодирует белки, способные связывать цинк. Данный элемент поступает в организм человека в основном с пищей и питьевой водой, небольшое количество его может поступать через легкие и кожу. Он входит в состав ферментов, участвует в синтезе рибонуклеиновых кислот, необходим для синтеза хлорофилла. Большая часть цинка в растениях связана с легко разрушающимися тканями и быстро удаляется из растительных остатков. Общее содержание всех форм цинка в гумусовом горизонте почв колеблется от 20 до 80 мкг/г. Водорастворимые формы цинка активно вовлекаются в водную миграцию, он активно участвует в массообмене между сушей и тропосферой [2].

Цинк и его соединения обладают малой токсичностью для людей и теплокровных животных при поступлении через желудок. Однако, попадая в больших концентрациях в источники водоснабжения с неочищенными сточными водами гальванических цехов или производств минеральных красок, Zn может вызвать отравление.

Среднее содержание цинка в почвах – 50 мг/кг и изменяется в широких пределах от 10 до 300 мг/кг. В пахотном слое (0–20 см) основных типов почв Европейской части нашей страны содержится 5,57–80,1 мг/кг цинка.

Уссурийск, второй по величине город Приморского края с населением 192,84 тыс. чел. Он характеризуется развитым промышленным производством, широким спектром техногенных источников поступления тяжелых металлов в окружающую среду [3].

Вопрос о современном состоянии урбоэкосистемы г. Уссурийска, относительно тяжелых металлов, остается слабо изученным. Имеются разрозненные сведения по содержанию некоторых тяжелых металлов в городских почвах, водотоках и приземном воздухе.

Цель работы – исследование содержания цинка в почве, речной воде, приземном воздухе г. Уссурийска и выявление зависимости мутагенной и рекомбиногенной активности речной воды водотоков города от степени ее загрязнения тяжелыми металлами (цинк) с использованием тест-системы «Соматический мозаицизм сои» для оценки масштабов экологических изменений в урбоэкосистеме.

Методы и объект исследования

Районом исследования явился г. Уссурийск, который расположен на Приханкайской низменности, вытянутой в северо-восточном направлении. Эрозионно-аккумулятивный рельеф местности охватывает обширные равнинные просторы. Климат исследуемого района муссонный с ярко выраженной континентальностью.

Полевые исследования проводились весной (май) и осенью (октябрь) 2015–2017 гг., был произведен отбор проб почвы, воздуха и речной воды. Почвы отбирались согласно ГОСТу [4, 5], всего отобрано 36 проб почвенных образцов. Определение массовой концентрация цинка в атмосферном воздухе выполняли в соответствии с РД 52.44.593-2015 [6], речную воду отбирали у берега водотоков на глубине 20–30см от поверхностной водной пленки (ГОСТ Р 51592-2000) [7], содержание тяжелых металлов в пробах речной воды и почвы определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией (ААС с ЭТА).

Район работ включал в себя шесть пунктов отбора проб почв, воздуха и воды, выбранные пробные площади отличаются степенью антропогенной нагрузки. Характеристика пунктов отбора проб представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Пункты отбора проб в г. Уссурийск

№ пункта	Характеристика
1	Верховье р. Комаровка, фоновый район, дает представление о качестве речной воды, приземного воздуха и почвы до воздействия города.
2	Участок р. Комаровка после слияния с р. Раковка, находится в низменном районе, подвергается затоплению, центральная часть города, испытывает сильный техногенный пресс.
3	Участок р. Раковка, расположенный до г. Уссурийск (п. Тимирязевский).
4	Центр города, участок р. Раковка перед слиянием с р. Комаровка, характеризующий воздействие города на данный водоток.
5	Участок р. Раздольная, который находится до города, зона отдыха горожан, вокруг лесной массив, дает представление о качестве речной воды, воздуха, почвы до воздействия города.
6	Участок р. Раздольная, расположенный после очистных сооружений канализации г. Уссурийска.

Результаты и обсуждение

Результаты исследования содержания и распределения цинка в почвах, водотоках и воздухе города представлены в таблице 2.

Как видно из полученных данных, превышение концентрации цинка по сравнению с предельно допустимой концентрацией (ПДК = 55 мг/кг) наблюдается в почвах со всех пунктов сбора в наблюдаемые периоды. На станции № 4 наблюдалось максимальное превышение концентрации цинка (5,4 ПДК) в осенний период, это почвы района железнодорожного вокзала, которые испытывают сильный техногенный пресс. Наименьшее количество цинка содержали почвы центральной части г. Уссурийск.

Тяжелые металлы содержатся в приземном слое атмосферного воздуха (1,5–3,5 м над земной поверхностью), они способны интенсивно рассеиваться воздушными массами на большие расстояния и аккумулироваться в депонирующих средах: в почве, водной среде, в биомассе живых организмов.

Таблица 2 – Содержание цинка

№ поста	В почве, мкг/кг ПДК = 55,0	В воде, мг/л ПДКрыбохоз. = 0,01 ПДКкульт–быт. = 1,0	В воздухе, мкг/м^3 ПДКс.с. = 5,0
1	2	3	4
Май 2015 г.			
1	–	0,038 ± 0,010	0,026 ± 0,001
2	–	0,430 ± 0,011	0,350 ± 0,0035
3	–	0,120 ± 0,030	0,240 ± 0,0026
4	–	0,100 ± 0,030	0,430 ± 0,005
5	–	0,170 ± 0,040	0,228 ± 0,003
6	–	0,045 ± 0,011	0,210 ± 0,003
Октябрь 2015 г.			
1	–	0,033 ± 0,006	0,020 ± 0,001
2	–	0,023 ± 0,004	0,330 ± 0,003
3	–	0,065 ± 0,012	0,220 ± 0,002
4	–	0,120 ± 0,020	0,380 ± 0,0032
5	–	0,070 ± 0,013	0,190 ± 0,002
6	–	0,018 ± 0,003	0,198 ± 0,002
Май 2016 г.			
1	–	0,004 ± 0,001	0,030 ± 0,001
2	–	0,330 ± 0,010	0,440 ± 0,0045
3	–	0,087 ± 0,003	0,253 ± 0,003
4	–	0,400 ± 0,034	0,350 ± 0,004
5	–	0,036 ± 0,002	0,180 ± 0,002
6	–	0,054 ± 0,003	0,165 ± 0,002
Октябрь 2016 г.			
1	149,540 ± 31,400	0,005 ± 0,001	0,028 ± 0,001
2	57,220 ± 12,020	0,133 ± 0,024	0,420 ± 0,0045
3	98,290 ± 18,340	0,050 ± 0,003	0,215 ± 0,003
4	297,780 ± 62,530	0,211 ± 0,038	0,380 ± 0,004
5	102,300 ± 21,480	0,030 ± 0,002	0,178 ± 0,002
6	127,090 ± 26,690	0,040 ± 0,002	0,150 ± 0,002
Май 2017 г.			
1	–	–	0,040 ± 0,001
2	–	0,332 ± 0,059	0,380 ± 0,004

Окончание таблицы 2

1	2	3	4
3	–	0,0230 ± 0,016	0,230 ± 0,003
4	–	0,244 ± 0,022	0,280 ± 0,0034
5	–	0,024 ± 0,002	0,228 ± 0,003
6	–	0,038 ± 0,003	0,240 ± 0,003
Октябрь 2017 г.			
1	156,540 ± 30,400	0,026 ± 0,014	0,016 ± 0,001
2	61,220 ± 10,000	0,221 ± 0,032	0,310 ± 0,004
3	107,190 ± 13,140	0,053 ± 0,018	0,170 ± 0,002
4	253,780 ± 55,230	0,338 ± 0,060	0,250 ± 0,0034
5	86,300 ± 20,180	0,127 ± 0,029	0,136 ± 0,002
6	135,190 ± 30,090	0,232 ± 0,045	0,130 ± 0,002

Примечание: «-» – нет данных.

По результатам мониторинговых исследований в 2015–2017 гг. выявлено, что концентрация цинка на всех пунктах слежения не превышала уровень $ПДК_{с.с}$ (табл. 2) и находилась в пределах 0,136-0,440 мкг/м^3 в черте города и 0,016-0,04 мкг/м^3 в фоновом районе. Концентрация цинка в приземном воздухе вблизи постов № 2 и № 4 (табл. 1), расположенных в центре города и испытывающих сильное техногенное воздействие, составляла 0,250–0,440 мкг/м^3, что выше, чем в районе постов № 3 и № 5 (0,136–0,253 мкг/м^3).

В городе в течение последних лет отмечается высокое загрязнение приземного воздуха пылью, среднемесячные концентрации которой в черте города превышают $ПДК_{с.с.}$ в 1,1–3,2 раза. Ряд металлов по степени возрастания концентрации в пыли в центре города в холодный период выглядит следующим образом:

$$Zn > Pb > Fe > Cu > Ni > Mn > Cd > Cr.$$

В теплый период последовательность элементов на этих же постах несколько изменяется:

$$Zn > Pb > Fe = Ni > Cu > Mn > Cd > Cr.$$

Как можно видеть, в этих рядах Zn превалируют над всеми остальными металлами [8, 9].

На химический состав воды рек Комаровка и Раковка оказывают влияние недостаточно очищенные сточные воды предприятий города Уссурийска, таких как: ООО «Приморский сахар», МУП «Уссурийск-водоканал»; в реку Раковка – ЗАО «УМЖК «Приморская соя», МУП «Уссурийск-Водоканал».

По результатам исследований выявлено, что в речной воде водотоков города присутствует цинк в количествах, превышающих предельно-допустимую концентрацию

для рыбохозяйственных водоемов (ПДК = 0,01мг/л). Концентрация данного металла в речной воде р. Раковка, пост № 3, № 4 (табл. 1) зафиксирована на уровне 0,053–0,40 мг/л, в р. Комаровка пост № 1, № 2 (табл. 1) 0,004–0,430 мг/л, р. Раздольная № 5, № 6 0,018–0,232 мг/л соответственно.

Изучение пространственного распределения цинка в речной воде показало, что по мере прохождения рек по территории города концентрация металла возрастает, так концентрация цинка в р. Раковка в районе п. Тимирязевский (пост № 3) составляла 0,023–0,120 мг/л и превышала ПДК в 2,3–12,0 раза, после впадения ручей Сухой (пункт № 4), несущего неочищенные производственные стоки железнодорожных предприятий, лежала в пределах 0,10–0,40 мг/л и превышала ПДК до 40 раз. Аналогичная картина прослеживается и на р. Комаровка: до города (пункт № 1) концентрация цинка в речной воде зафиксирована на уровне 0,004–0,038 мг/л, после техногенного воздействия предприятий южной промышленной зоны и слияния с р. Раковка (пункт № 2) – 0,023–0,430 мг/л, что соответствует превышению до 43 ПДК Содержание цинка в воде Раздольной до города (пункт № 5) было зафиксировано в пределах 0,030–0,170 мг/л, после впадения р. Комаровка в р. Раздольная и сброса коммунально-бытовых и промышленных сточных вод, прошедших очистку на ГОС г. Уссурийска (пункт № 6), концентрация контролируемого металла в речной воде увеличивается до 0,040–0,232 мг/л, превышая ПДК до 23,2 раз.

Аномально высокие концентрации цинка в речной воде водотоков г. Уссурийска зафиксированы на всех постах слежения в октябре 2017 г, что можно объяснить катастрофическим паводком, вызванным проливными дождями.

Изучение сезонных изменений содержания цинка в речной воде подтвердило выявленную ранее закономерность: увеличение концентрации в теплое время года по сравнению с холодным периодом, что согласуется с гидрологическим режимом рек [10].

Имеются указания на мутагенное действие цинка, как правило, в условиях комбинированного воздействия тяжелых металлов, на тест-системе сои установлен мутагенный эффект сточных вод завода радиодеталей, в стоках завода обнаружены медь, цинк, хром [11]. При повышении концентрации цинка в питьевой воде увеличивается число хромосомных аберраций в клетках костного мозга мышей, идет появление карцином у линейных и нелинейных мышей [12].

В течение ряда лет проводился генетический мониторинг водотоков г. Уссурийска на тест-системе сои [1, 3]. Наиболее сильными генотоксикантами в речной воде являются тяжелые металлы. Несмотря на то, что концентрации исследуемых металлов Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, каждого в отдельности, не превышали ПДК, вода со станций отбора проб, взятая в июле и сентябре 2014 г., в мае и октябре 2015 г. (за исключением пробы пункта № 1 в октябре 2015 г.) проявляла мутагенное действие. Повышенное содержание цинка вносит свой вклад в мутагенный эффект проб воды при условии увеличения содержания и других тяжелых металлов, как например, в пробе с пункта № 4 в сентябре 2014 г., в которой химический анализ показал высокие концентрации свинца, кадмия, цинка [1].

Таблица 3 – Индукция соматического мозаицизма на листьях сои под действием раствора хлорида цинка

Вариант	Эффект появления пятен на листьях растений сои					Возможный механизм
	$Y_{11}Y_{11}$			$Y_{11}Y_{11}$	$Y_{11}Y_{11}$	
	темно-зеленые пятна	желтые пятна	двойные пятна	светло-зеленые пятна	светло-зеленые пятна	
1 ПДК	–	–	+	–	–	СК
3 ПДК	–	+	+	–	–	СК, ХА, АП
5 ПДК	–	+	+	–	–	СК, ХА, АП

Примечание: «+» – более, чем 3-кратная индукция; «±» – индукция слабая (2-3-кратная); «-» – нет эффекта; АП – анеуплоидия; СК – соматический кроссинговер; ТМ – точковые мутации; ХА – хромосомные аберрации.

Комбинированное действие тяжелых металлов требует дальнейшего исследования, но задачей была характеристика специфичности мутагенного действия цинка на тест-системе сои. Для оценки цитогенетического действия цинка протестировали раствор хлорида цинка на той же самой тест-системе сои, которую использовали для генетического тестирования проб воды из водотоков города, результаты представлены в таблице 3.

В данном современном тестировании в качестве санитарно-гигиенических нормативов использовали ПДК для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения [13]. Соответственно, проверяли растворы хлорида цинка с концентрацией 1 мг/л (1 ПДК), 3 мг/л (3 ПДК), 5 мг/л (5 ПДК).

Определение мутагенного потенциала растворов хлорида цинка проводили с использованием тест-системы по учету соматических мутаций в листьях сои *Glycine max* (L)., которая позволяет дифференцировано регистрировать сразу несколько цитогенетических нарушений, а именно: прямые и обратные генные мутации, индуцированный соматический (митотический) кроссинговер, анеуплоидию (нерасхождение хромосом) и хромосомные аберрации (хромосомные делеции) [14].

Семена растений сои, гетерозиготных по рецессивной мутации гена хлорофильной недостаточности $yellow_{11}$, при посеве дают расщепление на три фенотипических и генотипических класса: светло-зеленые растения ($Y_{11}y_{11}$), темно-зеленые растения ($Y_{11}Y_{11}$), желтые растения ($y_{11}y_{11}$).

После обработки семян мутагенами на листьях проростков сои появляются пятна: на светло-зеленых растениях – три типа пятен: темно-зеленые, желтые и двойные (одна половина пятна желтого, другая – темно-зеленого цвета); на темно-зеленых и желтых растениях – светло-зеленые пятна. Комбинация пятен на листьях растений конкретных генотипов позволяет установить возможный механизм цитогенетических нарушений.

Семена тесторной линии сои замачивали в растворах хлорида цинка в течение 24 ч при комнатной температуре, контрольные семена – в дистиллированной воде. Учет пятен проводили на верхней поверхности двух простых листьев и первого сложного

листа, причем сложный лист считается эквивалентным трем простым листья.

Цинк на уровне 1, 3, 5 ПДК индуцирует двойные пятна у светло-зеленых растений, которые могут возникнуть только в результате соматического кроссинговера – это рекомбиногенный эффект (табл. 3). Цинк на уровне 3, 5 ПДК индуцирует к тому же желтые пятна у светло-зеленых растений, что также может быть следствием соматического кроссинговера в результате утраты одного из компонентов двойного пятна. При отсутствии других типов одиночных пятен, желтые пятна у светло-зеленых растений могут возникнуть в результате утраты участка хромосомы с геном Y_{11} (такой механизм называется хромосомной делецией, относится к группе хромосомных аберраций) – это мутагенный эффект. К тому же, желтые пятна у светло-зеленых растений, при отсутствии других типов одиночных пятен, могут возникнуть в результате нерасхождения хромосом, содержащих маркерный ген, (нерасхождение хромосом приводит к анеуплоидии, относится к группе геномных мутаций) – это мутагенный эффект. Установлена слабая индукция пятен, 2–3-кратная по сравнению с контролем.

Таким образом, тестируемый раствор хлорида цинка показывает слабую рекомбиногенную активность на уровне 1 ПДК, также слабую рекомбиногенную и мутагенную активность на уровне 3 ПДК и 5 ПДК.

ЛИТЕРАТУРА

1. Быковская Н. В., Шишлова Т. М., Шишлова М. А. Цитогенетическая активность речной воды водотоков г. Уссурийска (Приморский край) // Проблемы региональной экологии. – 2015. – № 2. – С. 107–110.
2. Добровольский В. В. Основы биогеохимии : учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М. : Издательский центр «Академия», 2003. – 400 с.
3. Быковская Н. В., Шишлова М. А., Шишлова Т. М. Химико-генетическая оценка водотоков урбанизированных территорий по содержанию тяжелых металлов в речной воде // Научная жизнь. – 2016. – № 7. – С. 105–115.
4. ГОСТ 17.4.01 – 83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб».
5. ГОСТ 17.4.02 – 84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и пробоподготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа».
6. РД 52.44.593-2015 Массовая концентрация тяжелых металлов в атмосферном воздухе. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектрометрии с беспламенной атомизацией. – М. : Росгидромет. 2015. – 44 с.
7. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб. – М. : Стандартинформ, 2000. – 12 с.
8. Шишлова Н. А., Христофорова Н. К. Запыленность атмосферного воздуха города Уссурийска // Проблемы региональной экологии. – 2009. – № 5. – С. 59–64.
9. ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».
10. Шишлова Т. М., Христофорова Н. К. Тяжелые металлы в водотоках г. Уссурийска // Материалы научной конференции «Фундаментальные

проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия». – Томск : Изд-во НТЛ, 2000. – С. 88–90.
11. Кан С. В., Солдатов С. П., Давронов И. Д. Оценка генотоксических эффектов образцов промышленных и бытовых стоков. Мутагенные и рекомбиногенные эффекты стоков на тест-системе сои Glycine max // Биол. науки. – 1990. – № 1. – С. 109–115.
12. Грушко Я. М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах : справочник. – Л. : Химия, 1979. – 161 с.
13. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: СанПиН 2.1.5.980-2000. – Введ. 01.01.2001.
14. Vig B.K. Soybean (Glycine max (L.) merrill) as a short-term assay for study of environmental mutagens: A report of the U. S. Environmental Protection Agency Gene-Tox Program // Mutation Research. – 1982. – V. 99. – P. 339–347.

***Шишлова Марина Александровна**, канд. биол. наук, доцент кафедры естественнонаучного образования, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»: Россия, 690000, Приморский край, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.*

***Быковская Наталья Владимировна**, канд. биол. наук, доцент кафедры естественнонаучного образования, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»: Россия, 690000, Приморский край, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.*

***Шишлова Татьяна Михайловна**, канд. биол. наук, доцент доцент кафедры естественнонаучного образования, ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»: Россия, 690000, Приморский край, г. Владивосток, ул. Суханова, 8.*

Тел.: (423) 243-34-72
E-mail: shishlova1@rambler.ru

CHEMICAL-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF URBANIZED ECOSYSTEMS FOR THE CONTENT OF ZINC IN THE ENVIRONMENT

***Shishlova Marina Aleksandrovna**, Cand of Biol. Sci., Ass. Prof., Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia.*

***Bykovskaya Natalya Vladimirovna**, Cand of Biol. Sci., Ass. Prof., Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia.*

***Shishlova Tatyana Mikhaylovna**, Cand of Biol. Sci., Ass. Prof., Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia.*

***Keywords:** zinc, soil, river water, surface air, cytogenetic activity of water, genetic test system "Somatic mosaicism of soybean".*

Abstract. Heavy metals are environmental pollutants. Their toxic effect is manifested in all environments of the ecosystem with a high level of man-made impact. One such metal is zinc, which is widely distributed in nature. The current state of urbanized ecosystems in small towns of Primorsky Krai with respect to heavy metals remains understudied. Investigation of zinc content in soils, fresh waters of watercourses and near-ground air in Ussuriysk (Primorsky Krai) and revealing the dependence of mutagenic and recombinogenic activity of river water in the city watercourses on the degree of its contamination with heavy metals (zinc) using the "Somatic soybean mosaicism" test system for assessment of the scale of environmental changes in the urban ecosystem, allows to give a comprehensive assessment of the state of the ecosystem of small towns of Primorsky Krai. Zinc concentration excess in comparison with the maximum permissible concentration (MPC = 55 mg/kg) is observed in the city soils from all collection points in the observed periods. According to the results of research in 2015–2017, it was found that the concentration of zinc in the surface air at all points of tracking the city did not exceed the level of MPC and was in the range 0.136–0.440 μg/m^3 in the city and 0.016–0.04 μg/m^3 in the background area. In the river water of the city's watercourses, zinc is present in quantities exceeding the maximum permissible concentration for fishery water bodies (MPC = 0.01 mg/l) in water from all collection stations. The use of the genetic test system of soybean has shown that river water induces cytogenetic disorders (somatic crossing-over, point mutations, chromosomal deletions, aneuploidy), hence, it contains genotoxicants. The increased content of zinc contributes to the mutagenic effect of water samples provided that the content and other heavy metals are increased.

REFERENCES

1. Bykovskaya N.V., Shishlova T.M., Shishlova M.A. Cytogenetic activity of the river water of the waterways of Ussuriysk (Primorsky Krai) // Problems of regional ecology. – 2015. – No. 2. – P. 107–110.

2. Dobrovolsky V. V. Fundamentals of biogeochemistry: a textbook for stud. supreme training institutions. – M.: Publishing Center "Academy", 2003. – 400 p.

3. Bykovskaya N.V., Shishlova M.A., Shishlova T.M. Chemical-genetic estimation of watercourses of urbanized territories by the content of heavy metals in river water // Scientific life. – 2016. – No. 7. – P. 105–115.

4. GOST 17.4.01 – 83 "Protection of nature. Soil. General requirements for sampling".

5. GOST 17.4.02 – 84 "Protection of nature. Soil. Methods for sampling and sample preparation for chemical, bacteriological, helminthological analysis".

6. РД 52.44.593-2015 Mass concentration of heavy metals in atmospheric air. Method of measurement by atomic absorption spectrometry with flameless atomization. – M.: Roshydromet. 2015. – 44 p.

7. GOST R 51592-2000 Water. General requirements for sampling. – M.: Standardinform, 2000. – 12 p.

8. Shishlova N.A., Khristoforova N.K. Dustiness of atmospheric air in the city of Ussuriysk // Problems of regional ecology. – 2009. – No. 5. – P. 59–64.

9. GN 2.1.6.1338-03 "Maximum permissible concentration (MPC) of pollutants in the atmospheric air of populated areas".

10. Shishlova T.M., Khristoforova N.K. Heavy metals in the waterways of Ussuriysk // Proceedings of the scientific conference "Fundamental problems of water and water resources at the turn of the third millennium". – Tomsk: Publishing house of NTL, 2000. – P. 88–90.

11. Kan S.V., Soldatov S.P., Davronov I.D. Estimation of genotoxic effects of industrial and domestic sewage samples. Mutagenic and recombinogenic effects of effluents on the soy test system Glycine max // Biol. science. – 1990. – No. 1. – P. 109–115.

12. Grushko Ya. M. Harmful inorganic compounds in industrial wastewater: reference book. – L.: Chemistry, 1979. – 161 p.

13. Hygienic requirements for the protection of surface waters: SanPiN 2.1.5.980-2000. – Enter. 01/01/2001.

14. Vig B.K. Soybean (Glycine max (L.) merrill) as a short-term assay for study of environmental mutagens: A report of the US Environmental Protection Agency Gene-Tox Program // Mutation Research. – 1982. – V. 99. – P. 339–347.

УДК 636.32/38.636.084

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ОВЕЦ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КОРМЛЕНИИ РАЗНЫХ ФОРМ ЙОДА

Б. К. ИКОЕВА
ФГБОУ ВО «Горский государственный аграрный университет», г. Владикавказ

Реферат. Применение неорганических соединений солей йода не всегда достаточно эффективно, так как они нестабильны, легко окисляются на воздухе, в результате чего содержание доступного йода значительно уменьшается. В связи с этим перспективным направлением в коррекции йоддефицитных состояний является применение органических форм йода, когда элемент находится в химической связи с каким-либо органическим веществом. В этом направлении в ООО «Фили Н-Фарм» (г. Москва) ведутся работы и в настоящее время выпускают йодсодержащие добавки «Йоддар» и «Йоддар-Zn». Научно-хозяйственный опыт по изучению влияния разных форм йодных подкормок на продуктивность лактирующих овец тушинской породы проведен АО «Саниба» Пригородного района Республики Северная Осетия-Алания в период с 2016 по 2017 года. Для опыта было подобрано 40 чистопородных ярочек при рождении, происходящие от маток первого класса и одного барана-производителя. Все поголовье ягнят было разбито на 4 группы по 10 голов в каждой: одна группа контрольная и три опытных. Условия кормления, ухода и содержания всех групп были одинаковыми, разница была лишь в том, что опытные группы ярок получали дополнительно к основному рациону разные препараты йода. Количество йодовых подкормок добавляли в корм исходя из расчета 2 мг йода на 1 кг сухого вещества рациона. Кормовые добавки йода оказали положительное влияние на кроветворные органы: их применение помогло улучшить общее состояние крови: количество эритроцитов повысилось на 1,4–6,7%, гемоглобина – на 5,3–8,8% и лейкоцитов – на 4,4–7,6%. Лучшие результаты по этим показателям получены у ягнят опытных групп, получавших «Йоддар-Zn».

Ключевые слова: эритроциты, гемоглобин, лейкоциты, «Йоддар-Zn», «Йоддар», кайод, отгонно-горное содержание.

Высокие экономические требования к рентабельности производства в рыночных условиях заставляют животноводов использовать более прогрессивные технологии, обеспечивающие максимальный уровень продуктивности животных, эффективное использование кормовых средств и снижения затрат кормов на производство продукции. Одним из условий получения дешевой высококачественной продукции является применение в кормлении животных рационов, сбалансированных по большому ряду питательных, минеральных и биологически активных веществ [1].

В общем комплексе полноценного кормления важное место занимают вопросы минерального питания. Исследованиями ряда ученых установлено низкое содержание некоторых макро- и микроэлементов в биосфере 4 природно-климатической зоны Центрального Предкавказья. В регионе отмечаются характерные эндемические заболевания, более низкие показатели продуктивности и конверсии кормов. Средние данные

содержания йода в основных компонентах биосферы РСО-Алания значительно уступают данным Центральной Черноземной зоны – эталонной зоне по йоду в России. Так, по концентрации йода в почве наш регион уступает в 5,5 – 12,2 раза, в растениях эта разница отмечается в 1,4–12,1 раза, в воде – 2,7–15,0 раза и в воздухе до 11 раз [2].

У овец из местности с пониженным содержанием йода и витаминов в кормлении отмечается недостаточность гормонообразующей функции щитовидной железы [3], соответственно снижаются показатели жизнеспособности и продуктивности.

Качественная продукция может быть получена только от здоровых животных и здесь важную роль занимает обеспечение животных йодом. Йод через йодсодержащие гормоны щитовидной железы влияет на все обменные процессы в организме животных [4].

Применение неорганических соединений солей йода не всегда достаточно эффективно, так как они нестабильны, легко окисляются на воздухе, в результате чего содержание доступного йода значительно уменьшается. В связи с этим перспективным направлением в коррекции йоддефицитных состояний является применение органических форм йода, когда элемент находится в химической связи с каким-либо органическим веществом. В этом направлении в ООО «Фили Н-Фарм» (г. Москва) ведутся работы и в настоящее время выпускают йодсодержащие добавки «Йоддар» и «Йоддар-Zn».

Цель работы: определить влияние разных форм йодсодержащих препаратов на морфологические показатели крови тушинских овец.

Объектами исследования являлись ярки тушинской породы, в рацион которых вводили разные формы йодсодержащих препаратов.

Кайод – йодосодержащее лекарственное средство, в составе которого содержится, в качестве действующего вещества, 6 мг калия йодида, стабилизированного натрием гидрокарбонатом в поваренной соли.

«Йодар» – кормовая добавка в виде органических соединений йода с молочными белками. В 1 гр кормовой добавки содержит 830 ± 100 мкг йода.

«Йоддар-Zn» – йодированный молочный белок с цинком, лактоза, крахмал картофельный, стеарат кальция. 1 гр. кормовой добавки «ЙОДДАР-Zn» содержит 50 ± 10 мкг йода и 17,5 ± 2,5 мкг цинка.

Условия, материал и методы исследований

Научно-хозяйственный опыт по изучению влияния разных форм йодных подкормок на продуктивность лактирующих овец тушинской породы проведен АО «Саниба» Пригородного района Республики Северная Осетия-Алания в период с 2016 по 2017 года. Для опыта было подобрано 40 чистопородных ярочек при рождении, происходящие от маток первого класса и одного барана-производителя. Все поголовье ягнят было разбито на 4 группы по 10 голов в каждой: одна группа контрольная и три опытных. Условия кормления, ухода и содержания всех групп были одинаковыми, разница была лишь в том, что опытные группы ярок получали дополнительно к основному рациону разные препараты йода. Основной рацион, составлен согласно «Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных» [5].

1 группа (контрольная) – кормление, принятое в хозяйстве – ОР – основной рацион;

2 группа – ОР + «Кайод»;

3 группа – ОР + «Йоддар»

4 группа – ОР + «Йоддар-Zn».

Количество йодовых подкормок добавляли в корм исходя из расчета 2 мг йода на 1 кг сухого вещества рациона.

Изучение гематологических показателей проводилось ежемесячно путем взятия крови из ушной вены рано утром до кормления, когда животные находились в покое. Во взятых образцах крови определялось количество гемоглобина, подсчитывали эритроциты и лейкоциты.

Кровь как жидкая ткань выполняет исключительно сложные и многочисленные функции в организме животного. Она обеспечивает важнейшие жизненные процессы: переносит питательные вещества к различным органам и тканям, выводит из тканей и органов продукты обмена, выработанные одними органами, к другим, сохраняет водный баланс в организме. Вследствие того, что в крови находятся иммунные белки и антитела, она выполняет защитные функции от инфекций и токсинов. С помощью крови поддерживается постоянство внутренней среды организма, а ее состав является одним из показателей интенсивности обмена веществ.

В связи с этим исследование крови дает нам возможность проследить на всем протяжении опыта, на всем протяжении опыта за физиологическими изменениями в организме животного, связанными с воздействием различных факторов как внешней, так и внутренней среды.

Важнейшей функцией крови является перенос кислорода к различным органам и тканям животного организма для окисления энергетических веществ и выведения образовавшегося углекислого газа. Основную роль в этом выполняют эритроциты.

Количество эритроцитов в крови в течение жизни животного не остается постоянным, а изменяется под действием различных внутренних и внешних факторов. Образование эритроцитов обусловлено наличием в потребляемых кормах железа, меди, витамина B_{12} и др. Недостаток этих веществ в рационе влечет за собой уменьшение количества эритроцитов, и продолжительность их существования сокращается.

Из данных таблицы 1 видно, что количество эритроцитов находится в различные периоды на различном уровне. В начале опыта все группы ягнят имели сравнительно одинаковое количество эритроцитов в крови: в контрольной группе – 11,20; первой – 11,12; во второй – 11,15 и в третьей-11,20 10^{12}г/л. Затем идет снижение их количества до четвертого месяца жизни. В 4-х месячном возрасте их было: в контрольной – 10,00; первой – 10,17; второй – 10,23 и в третьей – 10,30 10^{12}г/л. Снижение произошло в группах соответственно на 10,71; 8,54; 8,25 и 8,03%.

Несмотря на общую тенденцию к снижению, различия между контрольной и опытными группами ягнят в содержании эритроцитов в пользу последних были следующими: первой – 1,7; второй – 2,3; третьей – 3,0%.

На пятом месяце идет резкое увеличение числа эритроцитов во всех группах: в контрольной достигает 11,50; первой – 11,83; второй – 11,93; третьей – 12,0512,05 10^{12}г/л и соответственно увеличилось на: 15,00; 16,32; 16,62; 16,99% по сравнению с 4-месячным возрастом.

Таблица 1 – Изменение количества форменных элементов в крови ярок

Возраст, месяц	Показатель		
	эритроциты, 1012 г/л	гемоглобин, г/л	лейкоциты, 109 г/л
1	2	3	4
Контрольная группа			
1	11,20 ± 0,282	125,0 ± 0,28	9,20 ± 0,210
2	10,61 ± 0,332	105,5 ± 0,34	8,80 ± 0,233
3	10,13 ± 0,416	104,7 ± 0,34	8,10 ± 0,244
4	10,00 ± 0,315	104,0 ± 0,34	7,60 ± 0,198
5	11,50 ± 0,452	117,5 ± 0,032	7,20 ± 0,182
6	11,11 ± 0,521	115,0 ± 0,30	7,25 ± 0,189
7	10,89 ± 0,435	112,5 ± 0,30	7,10 ± 0,184
8	10,75 ± 0,413	111,5 ± 0,31	7,15 ± 0,199
9	9,60 ± 0,404	100,0 ± 0,28	7,45 ± 0,183
10	9,50 ± 0,248	97,5 ± 0,27	7,56 ± 0,197
11	9,41 ± 0,348	97,0 ± 0,27	8,00 ± 0,204
12	9,38 ± 0,352	94,0 ± 0,317	7,85 ± 0,195
I группа			
1	11,12 ± 0,374	112,4 ± 0,32	9,15 ± 0,358
2	10,32 ± 0,459	109,4 ± 0,32	9,21 ± 0,356
3	10,22 ± 0,443	109,3 ± 0,33	8,67 ± 0,368
4	10,17 ± 0,429	106,5 ± 0,33	8,00 ± 0,393
5	11,83 ± 0,350	122,2 ± 0,33	7,81 ± 0,355
6	11,25 ± 0,437	116,2 ± 0,34	7,69 ± 0,383
7	11,07 ± 0,256	114,0 ± 0,34	7,61 ± 0,399
8	11,04 ± 0,317	113,4 ± 0,31	7,75 ± 0,318
9	10,10 ± 0,637	105,3 ± 0,33	8,15 ± 0,363
10	9,99 ± 0,320	101,7 ± 0,28	8,22 ± 0,365
11	9,89 ± 0,262	101,6 ± 0,28	8,60 ± 0,354
12	9,67 ± 0,300	99,5 ± 0,30	8,43 ± 0,336
II группа			
1	11,15 ± 0,512	112,4 ± 0,35	9,22 ± 0,324
2	10,39 ± 0,471	109,3 ± 0,35	9,11 ± 0,326
3	10,26 ± 0,454	108,4 ± 0,32	8,61 ± 0,335
4	10,23 ± 0,414	107,2 ± 0,30	7,90 ± 0,350
5	11,93 ± 0,438	124,4 ± 0,34	7,58 ± 0,326
6	11,51 ± 0,422	117,4 ± 0,35	7,62 ± 0,324

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
7	11,21 ± 0,415	115,2 ± 0,37	7,57 ± 0,335
8	11,01 ± 0,401	114,0 ± 0,31	7,66 ± 0,328
9	10,10 ± 0,504	102,3 ± 0,32	7,96 ± 0,282
10	9,99 ± 0,352	102,1 ± 0,32	8,05 ± 0,338
11	9,98 ± 0,372	102,1 ± 0,31	8,63 ± 0,328
12	9,79 ± 0,344	101,0 ± 0,29	8,69 ± 0,322
III группа			
1	11,20 ± 0,512	122,6 ± 0,21	9,17 ± 0,347
2	10,65 ± 0,612	107,3 ± 0,28	9,20 ± 0,3554
3	10,41 ± 0,604	106,0 ± 0,30	8,65 ± 0,351
4	10,30 ± 0,585	104,0 ± 0,28	8,05 ± 0,314
5	12,05 ± 0,482	124,2 ± 0,27	7,78 ± 0,312
6	11,39 ± 0,481	118,6 ± 0,27	7,71 ± 0,326
7	11,25 ± 0,357	115,4 ± 0,35	7,60 ± 0,317
8	11,22 ± 0,536	115,0 ± 0,26	7,70 ± 0,327
9	10,35 ± 0,557	102,9 ± 0,30	8,18 ± 0,302
10	10,14 ± 0,533	102,7 ± 0,30	8,25 ± 0,299
11	10,07 ± 0,520	102,5 ± 0,30	8,49 ± 0,290
12	10,01 ± 0,517	102,3 ± 0,30	8,45 ± 0,315

Увеличение эритроцитов в этом возрасте связано с отгоном овец на летние высокогорные пастбища. Разница между контрольной и опытными составила: первой – 2,87; второй – 3,74; третьей – 4,78%. Здесь мы наблюдаем постепенное увеличение эритроцитов в опытных группах по отношению к контрольной.

В возрасте от 5 до 8 месяцев идет постепенное снижение количества эритроцитов, а в период с 8 до 9 месяцев оно выражено более резко, в связи с перегоном овец с горных пастбищ на плоскость. В возрасте 9 месяцев содержание их было в крови у ягнят контрольной группы – 9,60; первой и второй – 10,10; третьей группы – 10,35 10^{12}г/л. Разница в пользу опытных групп по сравнению с контрольной составило: первой и второй –5,21; третьей –10,94%. К концу опыта, т. е. к 12-месячному возрасту ягнят, количество эритроцитов составляло, первой опытной – 9,67; второй опытной – 9,79 и третьей опытной группе – 10,01 10^{12}г/л., то есть на 3,09; 4,37 и 6,78% больше, чем у животных контрольной группы.

Анализируя полученные данные, мы видим, что за весь исследуемый период в крови животных опытных групп количество эритроцитов было больше, чем в крови ягнят кон-

трольной группы, то есть у ярок получавших с кормами препараты йода, особенно органической формы.

Полученные результаты говорят о благотворном действии препаратов йода на увеличение количества эритроцитов и усиление обменных процессов в организме ягнят.

Основным переносчиком кислорода кровью к тканям и органам животного является гемоглобин. Количество гемоглобина в крови непостоянно и зависит от качества корма, климата, сезона года и других факторов.

Как видно из данных таблицы 1 содержание гемоглобина в крови ягнят всех групп находится в пределах нормы. С возрастом количество его начинает снижаться. До 4-месячного возраста ягнят снижение это составило: в контрольной группе – на 16,8; первой – 5,25; второй – 4,63 и третьей – 15,17%. В результате перегона овец на высокогорные пастбища количество гемоглобина повысилось в контрольной группе до 117,5; первой – 122,2% второй – 124,4 и третьей – 124,2 г/л. Увеличение произошло: в контрольной группе на 12,98; первой – 14,74; второй – 16,04; третьей – 19,42% по сравнению с данными ягнят на плоскости. В этот же период и наблюдается различие по содержанию гемоглобина в крови ягнят контрольной и опытных групп. Оно составило: в первой – 4,00; второй – 5,87 и третьей – 5,70% в пользу опытных групп.

Наибольшая разница по сравнению с животными контрольной группы была у ярок второй и третьей опытных групп, получавших в рационах «Йоддар» и «Йоддар-Zn».

Начиная с пятого месяца идет постепенное снижение содержания гемоглобина в крови ягнят во всех группах, а на девятом месяце мы наблюдаем более резкое снижение гемоглобина, связанное с перегоном овец на плоскость. Это снижение произошло в контрольной группе до 100,0; первой – 105,3; второй – 102,3 и третьей – 102,9 г/л. Разница же в этом возрасте между контрольной и опытными группами была следующей; первой – 5,90; Второй – 2,30 и третьей – 2,9%. Как видно, к девятому месяцу разница между контрольной и опытными группами несколько сглаживается. В конце опыта, т. е. в 12-месячном возрасте, содержание гемоглабина было следующим: контрольной группе – 94,0; первой – 99,5; второй – 101,0 и третьей – 102,3 г/л, разница в сторону увеличения была: в первой опытной – 5,85; второй – 7,45 и третьей – 8,83%.

Как видно, в группах сохраняется общая закономерность в изменении количества гемоглобина, связанная с возрастом и другими факторами. Кроме этого, наблюдается тенденция к повышению количества гемоглобина у ягнят опытных групп. Разница в содержании гемоглобина возрастает между животными контрольной и опытных групп от месячного до 4-месячного возраста, затем идет уменьшение этой разницы до 9-месячного возраста, после чего эта разница вновь нарастает.

Защитные функции в организме животного выполняют элементы белой крови- лейкоциты. Количество их на всем протяжении жизни животного непостоянно и колеблется в зависимости от физиологического состояния животного, возраста кормления и других факторов.

В целях установления действия различных добавок йода на лейкоци-

тарный показатель в наших исследованиях определение количества лейкоцитов проводилось ежемесячно.

Согласно данным, количество лейкоцитов в крови ягнят всех групп были почти на одном уровне. С возрастом ягнят произошло снижение их. Снижение шло до четвертого месяца жизни ягнят и составило в контрольной группе 7,60; первой – 8,00; второй – 7,90 и третьей – 8,05 10^9г/л.

С подъемом овец в горы мы не наблюдаем значительного повышения количества лейкоцитов, даже наблюдается некоторое снижение. Но наряду с этим произошли изменения в содержании лейкоцитов в крови контрольной и опытных ягнят. В 4-месячном возрасте разница между контрольной и опытными группами была: первой – 5,26; второй – 3,95 и третьей – 5,92% в пользу последних. С пятого месяца по девятый количество лейкоцитов в крови ягнят как контрольной, так и опытных групп находится почти на одном уровне в группах, но разница между группами сохраняется. В дальнейшем мы наблюдаем увеличение числа лейкоцитов во всех группах, начиная с 9-месячного возраста ягнят, связанное, по-видимому, с зимнее-стойловым их содержанием. Повышение это продолжает нарастать до 11-месячного возраста ягнят, затем идет некоторое их снижение.

Анализируя полученные цифровые данные о динамике лейкоцитов, можно отметить, что йодовые подкормки определенным образом влияют на содержание лейкоцитов сторону их увеличения, при этом не нарушается общая закономерность, связанная с сезонностью, физиологическим состоянием и нахождением животных на различных высотах над уровнем моря.

Заключение

Кормовые добавки йода оказали положительное влияние на кроветворные органы: их применение помогло улучшить общее состояние крови: количество эритроцитов повысилось на 1,4–6,7%, гемоглобина – на 5,3–8,8% и лейкоцитов – на 4,4–7,6%. Лучшие результаты по этим показателям получены у ягнят опытных групп, получавших «Йоддар-Zn».

ЛИТЕРАТУРА

1. Волынкина М. Г. Казакова Н .В. Использование минерально-витаминного премикса «Санимикс» в животноводстве : монография. – Тюмень, 2013. – 168 с.
2. Кизинов Ф. И. Миграция йода в биосфере Центрального Предкавказья // Известия Горского ГАУ. Т. 39. – Владикавказ, 2002. – С. 95–98.
3. Петров А. К., Гнездилова Л. А. Действие йодсодержащих препаратов на биохимические показатели крови и откормочные показатели молодняка овец // Вестник РУДН. Серия «Агрономия и животноводство». – 2015. – № 1. – С. 48–54.
4. Использование йодсодержащих препаратов при выращивании молодняка овец / Б. Т. Абилов и др. // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2016. – № 2. – С. 35–38.
5. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / под ред. А. П. Каланикова, И. В. Фисинина, В. В. Щеглова, Н. И. Клейменова. – М. : 2003. – 456 с.

***Икоева Белла Казбековна**, аспирант, ФГБОУ ВО «Горский государ-*

ственный аграрный университет»: Россия, 362040, РСО-Алания, г. Владикавказ, ул. Кирова, 37.

Тел.: (867-2) 53-23-04
E-mail: texmen2@mail.ru

SHEEP BLOOD MORPHOLOGICAL INDICATORS FROM USING VARIOUS FORMS OF IODINE IN FEEDING

***Ikoeva Bella Kazbekovna**, postgraduate student, Gorsky State Agrarian University, Vladikavkaz, Russia.*

***Keywords:** erythrocytes, hemoglobin, leukocytes, "Ioddar-Zn", "Ioddar", kayod, transhumance-mountain husbandry.*

Abstract. The use of iodine salts inorganic compounds is not always effective enough, as they are unstable, easily oxidized in air, as a result of which the content of available iodine decreases significantly. The use of organic forms of iodine, when the element is in chemical bond with some organic matter, is a promising field in correcting iodine deficiency states. The company "Fili N-Farm" (Moscow) is working in this direction and is currently producing iodine-containing additives "Ioddar" and "Ioddar-Zn". The firm "Saniba" in Prigorodny district (Republic of North Ossetia-Alania) conducted scientific and economic experiment on the influence of various forms of iodine feeding on the productivity of lactating sheep of the Tushinskaya breed in the period from 2016 to 2017. For the experiment, 40 purebred ewe lambs were selected at birth; they originated from first-grade ewes and one stud ram. All lambs were divided into 4 groups of 10 animals each: one control group and three experimental. The conditions of feeding, care and maintenance of all groups were the same; the only difference was that the experimental ewe labs groups received in addition to the main ration various iodine preparations. The amount of iodine supplementation was added to the basic feed at the rate of 2 mg of iodine per 1 kg of dry matter in the diet. Fodder supplements of iodine had a positive effect on the hematopoietic organs: their use helped to improve the overall blood state: the number of red blood cells increased by 1.4–6.7%, hemoglobin by 5.3–8.8% and leukocytes by 4.4–7.6%. The best results for these indicators were obtained from the lambs of the experimental groups who received the "Ioddar-Zn".

REFERENCES

1. Volynkina M.G. Kazakova N.V. Use of mineral-vitamin premix "Sanimix" in animal husbandry: monograph. – Tyumen, 2013. – 168 p.

2. Kizinov, F. I. Migration of iodine in the biosphere of Central Ciscaucasia, Izvestiya of Gorsky GAU. T. 39. – Vladikavkaz, 2002. – P. 95–98.

3. Petrov A.K., Gnezdilova L.A. The action of iodine-containing drugs on biochemical blood indices and fattening parameters of young sheep. // Vestnik Peoples' Friendship University. Series "Agronomy and Livestock". – 2015. – No. 1. – P. 48–54.

4. The use of iodine-containing drugs in the rearing of young sheep / B.T. Abilov and others // Sheep, goats, wool. – 2016. – No. 2. – P. 35–38.

5. Norms and rations of feeding agricultural animals / Ed. A.P. Kalanikov, I.V. Fisinin, V.V. Shcheglov, N.I. Kleimenov. – M.: 2003. – 456 p.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Автор подготавливает текст статьи в электронном виде в соответствии с правилами оформления и сдает непосредственно в редакцию либо присылает по почте. Поступившие в редакцию материалы проходят экспертную оценку ведущими учеными России и зарубежных стран. О решении редакционной коллегии о возможности опубликования статьи и сроках ее публикации редакция уведомляет автора в течение пяти рабочих дней с момента принятия решения. Редакция оставляет за собой право при необходимости сокращать принятые материалы, подвергать их редакционной правке и отсылать авторам на доработку. Статьи, направленные авторам для исправления, должны быть возвращены в редакцию с внесенными исправлениями не позднее чем через месяц после получения.

Ставя свою подпись под статьей с фразой «статья публикуется впервые», автор тем самым передает права на издание и гарантирует, что она является оригинальной и не была опубликована полностью или частично в других изданиях.

Объем рукописи должен находиться в пределах от 10 до 20 тыс. знаков, а заголовок статьи не должен превышать 70 знаков. На первой странице рукописи статьи указываются УДК, название статьи прописными буквами жирным шрифтом. Следующая строка, набранная курсивом, – фамилия и инициалы автора (авторов). Далее строка о местонахождении: полное название организации и города, если они расположены в России и странах СНГ; при местонахождении в дальнем зарубежье указываются организация, город и страна. В начале статьи помещаются реферат (1,5–2 тыс. знаков) и 5–7 ключевых слов. К статье прилагаются следующие сведения каждого автора: фамилия, имя, отчество, место работы, должность, ученая степень, почетное и ученое звания, контактный телефон, почтовый и электронный адреса.

Статьи, присылаемые для публикации, должны соответствовать следующим требованиям: шрифт – Times New Roman; размер шрифта – 14 пт; междустрочный интервал – 1,5; формат – А4 книжный (297 × 210); формат файла – статья должна быть сохранена в формате doc (MS Word 1997–2003).

Представление формул в виде картинок недопустимо! Простые формулы допускается набирать обычным текстом. Специальные символы, такие как греческие буквы, знаки умножения, $\leq, \geq, \approx, \neq, \equiv, \infty, \cap, \sum$, можно вставить, используя команду «Вставка» → «Символ». Более сложные формулы должны быть набраны в редакторе формул MathType 5.x или Microsoft Equation 3.0 (входит в состав MS Word).

Используемые в статье рисунки должны быть присланы в виде отдельных графических файлов. Пожалуйста, не внедряйте рисунки в текст документа, от этого их качество ухудшается. Рисунки должны быть пронумерованы согласно их положению в статье. Допустимые форматы: растровые – JPG, BMP, TIFF, PNG, GIF; векторные – EPS, CDR, CDX, WMF, EMF. Разрешение растровых иллюстраций должно быть не менее 300 dpi.

Таблица должна быть набрана тем же шрифтом, что и текст. В столбцах необходимо выровнять содержание. Столбец «№ п/п» со всеми строками выравнивается по центру, остальные столбцы – по центру или левому краю (в зависимости от содержания).

Диаграммы Microsoft Excel, внедренные в статью, должны быть редактируемыми.

Пристатейный список литературы должен оформляться в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008. Ссылки на литературу оформляются в тексте в виде номера каждого источника в квадратных скобках.

Авторский гонорар не выплачивается. Аспиранты освобождаются от платы за опубликование рукописей.

Перепечатка материалов журнала «Научная жизнь» и использование их в любой форме, в том числе электронной, без предварительного письменного разрешения не допускаются.

Сдано в набор 04.06.2018. Подписано в печать 20.06.2018.
Формат 70x108 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Офсетная печать. Усл. печ. л. 10,5.
Заказ 18.085/6. Выпуск 11-12. Тираж 1050 экз. Цена свободная.

Оригинал-макет подготовлен в компьютерном
центре издательства.

Отпечатано в ООО «Амирит»
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 88