Научная статья
УДК 631.42:631.445.4
doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-4-3-8

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ ФОСФОРА И КАЛИЯ В ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВАХ САМАРСКОГО АГРАРНОГО КАРБОНОВОГО ПОЛИГОНА

Наталья Михайловна Троц¹, Галина Игнатьевна Чернякова², Анна Алексеевна Бокова^{3✉}, Евгений Евгеньевич Суворов⁴

1, 2, 3, 4 Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия.
1, 2, 3, 4 Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева, Самара, Россия.
¹troz_shi@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>
²chernyakovagi@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1339-4769>
³anuta1998b@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5193-364X>
⁴ee_suvorov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5702-0246>

Резюме. Цель исследований – оценка изменения содержания подвижных форм калия и фосфора в почвах для последующего контроля и выявления признаков, влияющих на почвенное плодородие черноземных почв центральной агроклиматической зоны Самарской области. В процессе исследований проводился сбор фондовых данных почвенного обследования за 1992 г. и 2002 г., анализ собранного материала, в 2022 году было проведено обследование земель сельскохозяйственного назначения и отобрано для анализа 54 образца из 9 разрезов (глубиной 0,90-1,0 м), 5 полуям (глубиной 0,60-0,65 м), 1 прикопки. Изучено изменение содержания подвижного фосфора и обменного калия в почвах на территории аграрного карбонового полигона. По результатам исследования можно отметить повышение содержания подвижного фосфора в 2022 году в большинстве почв по сравнению с обследованиями 1992 и 2002 гг в среднем на 27-198%. Наибольшая прибавка отмечена на черноземе обыкновенном остаточно-луговатом среднегумусном среднесуглинистом. За период 1992-2002 гг почвы характеризовались высокой и очень высокой степенью обеспеченности калием, за исключением лугово-черноземной карбонатной среднегумусной среднемогучей тяжелосуглинистой, которая относится к среднему уровню обеспеченности подвижным калием. В 2022 году в большинстве исследуемых почв произошли изменения в сторону снижения содержания подвижного калия за 20-30 летний период в среднем на 18-95%. За исключением лугово-черноземной карбонатной среднегумусной среднемогучей тяжелосуглинистой почвы, где выявлено повышение количества калия на 16% относительно обследования 2002 года. В связи с этим большинство почв за период 2002-2022 гг характеризовались средней и низкой обеспеченностью калием.

Ключевые слова: плодородие почвы, почвенные обследования, подвижный фосфор, обменный калий.

Для цитирования: Троц Н. М., Чернякова Г. И., Бокова А. А., Суворов Е. Е. Динамика содержания фосфора и калия в черноземных почвах Самарского аграрного карбонового полигона // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2024. Т. 9, №4. С.3-8. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-4-3-8

Original article

DYNAMICS OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM CONTENT IN CHERNOZEM SOILS OF THE SAMARA AGRARIAN CARBON POLYGON

Natalya M. Trots¹, Galina I. Chernyakova², Anna A. Bokova^{3✉}, Evgenij E. Suvorov⁴

1, 2, 3, 4 Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia
1, 2, 3, 4 Samara National Research University named after Academician S.P. Korolev, Samara, Russia
¹troz_shi@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>
²chernyakovagi@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1339-4769>
³anuta1998b@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5193-364X>
⁴ee_suvorov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5702-0246>

Abstract. The purpose of the research is to assess changes in the content of mobile forms of potassium and phosphorus in soils for subsequent monitoring and identification of features affecting the soil fertility of chernozem soils of the central agroclimatic zone of the Samara region. During the research, the collection of soil survey data for 1992 and 2002 was carried out, the collected material was analyzed, in 2022, a survey of agricultural lands was carried out and 54 samples were selected for analysis from 9 pits (0,90-1,0 m deep), 5 semi-pits (0,60-0,65 m deep), 1 trench. The change in the content of mobile phosphorus and exchangeable potassium in soils in the territory of the agricultural carbon polygon was studied. According to the results of the study, an increase in the content of mobile phosphorus in 2022 in most soils can be noted compared to the surveys of 1992 and 2002 by an average of 27-198%. The greatest increase was noted on ordinary residual meadow medium-humus medium-deep medium-loamy chernozem. For the period 1992-2002,

the soils were characterized by a high and very high degree of potassium supply, with the exception of meadow-chernozem carbonate medium-humus medium-deep heavy loamy, which belongs to the average level of mobile potassium supply. In 2022, in most of the studied soils, changes occurred towards a decrease in the content of mobile potassium over a 20-30 year period by an average of 18-95%. With the exception of meadow-chernozem carbonate medium-humus medium-deep heavy loamy soil, where an increase in the amount of potassium by 16% was revealed according to the state of 2002. In this regard, most soils for the period 2002-2022 were characterized by medium and low potassium supply.

Key words: soil fertility, soil surveys, mobile phosphorus, exchangeable potassium.

For citation: Trotz, N. M., Chernyakova G. I., Bokova A. A. & Suvorov E. E. (2024). Dynamics of phosphorus and potassium content in chernozem soils of the Samara agrarian carbon polygon. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 9, 4, 3-8. doi: 10.55170/1997-3225-2024-9-4-3-8 (in Russ.).

Создание оптимального уровня содержания подвижных форм фосфора и калия в почве, является одной из важнейших задач земледелия. Фосфор и калий — одни из основных элементов питания, потребляемых в наибольших количествах. При этом их усвоение происходит лишь из доступных форм, количество которых определяет эффективное плодородие почв [1, 2]. Интенсивность и направленность динамики содержания подвижных фосфатов определяется влажностью почвы, ее температурным режимом, а также применением удобрений. Факторы внешней среды (температура, условия увлажнения) и приемы агротехники действуют и на сезонную динамику содержания обменного калия в почве. Повышения температуры среды, сопровождающееся высушиванием почвы в естественных условиях, обуславливают изменение состояния коллоидов и физических свойств многослойных минералов, что является одной из причин иммобилизации обменного калия в определенные периоды. Поэтому важно контролировать содержание элементов питания и следить за динамикой изменения обеспеченности почв подвижными формами калия и фосфора, чтобы в дальнейшем разрабатывать мероприятия по регулированию питательного режима почв под различные сельскохозяйственные культуры [3].

Цель исследования – оценка изменения содержания подвижных форм калия и фосфора в почвах для последующего контроля и выявления признаков, влияющих на почвенное плодородие черноземных почв центральной агроклиматической зоны Самарской области.

В задачи исследования - оценка изменений содержания подвижных форм фосфора и калия при использовании практик почвозащитного ресурсосберегающего земледелия; уточнение классификации почв по степени обеспеченности питательными элементами.

Материал и методы исследований. Исследовательские работы велись по почвам черноземного типа в центральной агроклиматической зоне Самарской области. По природно-ландшафтному районированию территория района относится к двум почвенно-климатическим зонам – к южной лесостепи Высокого Заволжья и к северной степи Заволжья. Климатические условия района характеризуются резкими температурными контрастами: холодной зимой, жарким летом, быстрым переходом от зимы к лету, коротким весенним периодом, неустойчивостью атмосферных осадков. Среднегодовая температура воздуха составляет +3,8...+4°C. Сумма температур выше 10°C составляет от 2500 на севере до 2700 на юге района. По количеству выпадающих осадков Кинельский район относится к зонам умеренного (на севере) и пониженного (на юге) увлажнения. Значение ГТК – 0,7-0,9.

В процессе исследований проводился сбор фондовых данных почвенного обследования за 1992 г. и 2002 г, анализ собранного материала, в 2022 году было проведено обследование земель сельскохозяйственного назначения и отобрано для анализа 54 образца из 9 разрезов (глубиной 0,90-1,0 м), 5 полуям (глубиной 0,60-0,65 м), 1 прикопки. Каждая точка копания координировалась, проводилась фиксация, заполнялся полевой журнал с морфологическим описанием строения почвенного профиля [4]. Лабораторные исследования проводили по общепринятым методикам и опирались на протоколы MRV Verge, ФАО, руководствовались методикой МГЭИК, в соответствии с которыми на объекте была проведена оценка содержания подвижных форм основных элементов питания.

Результаты исследований. В ходе проделанной работы исследованы показатели состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения за период между обследованиями 1992 г и 2002 г и заложены точки копания 2022 г (табл. 1). Исследуемая территория состоит из трех массивов, два из которых расположены по разные стороны р. Б. Кинель, вблизи его впадения в р. Самару, третий, небольшой по площади – в пойме р. Самары.

Правобережная часть относится к лесостепной зоне. Она расположена на южных склонах реки Большой Кинель и отличается относительно возвышенным эрозионноопасным рельефом. Здесь сформировались черноземы выщелоченные, типичные, типичные карбонатные, типичные остаточно-карбонатные и типичные остаточнo-луговатые. Небольшую площадь занимают аллювиальные почвы.

Таблица 1

Перечень почвенных разновидностей Самарского аграрного карбонового полигона

№	Название почв	Почвообразующие породы	Условия залегания по рельефу
1	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый	Древнеаллювиальные карбонатные суглинки	Надпойменная терраса р.Б.Кинель
2	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый		
3	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный среднесуглинистый		
4	Лугово-черноземная карбонатная малогумусная среднесуглинистая		Возвышения в виде гряд и бугров на надпойменной террасе р. Б. Кинель
5	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный среднесуглинистый		Надпойменная терраса р.Б.Кинель
6	Комплекс: 1. Лугово-черноземная карбонатная солончаковая сильнозасоленная малогумусная среднесуглинистая; 2. Солонец лугово-черноземный солончаковый очень сильно засоленный многонатриевый средний легкогоглинистый (10-25%)	Древнеаллювиальные засоленные глины	Пониженные участки надпойменных террас рек Б. Кинель и Самара
7	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный среднесуглинистый	Древнеаллювиальные карбонатные суглинки	Надпойменная терраса р. Б. Кинель
8	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный среднесуглинистый		
9	Комплекс: 1. Солончак луговой глубоко профильный корковый легкогоглинистый; 2. Луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая среднесуглинистая маломощная легкогоглинистая (25-50%)	Древнеаллювиальные засоленные глины	Понижения на надпойменной террасе р. Самара с хорошо выраженным микрорельефом
10	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый	Древнеаллювиальные карбонатные глины	Надпойменные террасы рек Б. Кинель и Самара
11	Чернозем обыкновенный малогумусный среднесуглинистый	Дельювиальные карбонатные суглинки	Плато увалов и пологие (1-2°) западные и юго-западные и южные склоны
12	Чернозем обыкновенный малогумусный среднесуглинистый		
13	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный среднесуглинистый	Древнеаллювиальные карбонатные суглинки	Надпойменная терраса р. Б. Кинель

Левобережная часть, геоморфологически относится к степной зоне, расположена на надпойменной террасе и в пойме реки Большой Кинель, а также на территориально примыкающей к ним части надпойменной террасы реки Самара. Почвенный покров представлен черноземами обыкновенными, обыкновенными остаточно-луговатыми, лугово-черноземными и аллювиальными почвами. Значительное распространение имеют солонцеватые и засоленные почвы, а также солонцы и солончаки, чему способствовало неглубокое залегание минерализованных грунтовых вод (1-3 м). На участке, находящемся в пойме реки Самара, сформировались аллювиальные почвы.

В правобережной части большую площадь занимают эродированные почвы, среди которых преобладают слабосмытые, распространенные на слабопокатых склонах. На покатых и крутых склонах сформировались средне и сильносмытые черноземы, занимающие меньшую площадь. К сильноэродированным землям относятся также смытые и намытые почвы оврагов и балок.

По итогам проделанной работы по ретроспективному анализу состояния за период между почвенными обследованиями 1992-2002-2022 гг. получены показатели состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения, что позволило выявить и установить динамику изменения основных свойств и признаков почв. В таблице 2 представлены данные по содержанию подвижных форм калия и фосфора в различных почвах с глубины 0-30 см.

Содержание подвижных форм фосфора в почве верхнего пахотного горизонта (0-30) за период между обследованиями 1992-2002 гг в большей части осталась без изменения и относится к IV классу повышенной

обеспеченности. Лишь чернозем обыкновенный остаточно-луговатый среднегумусный среднетощный среднесуглинистый, лугово-черноземная карбонатная среднегумусная среднетощная тяжелосуглинистая и чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный глубокосолончаковатый тучный среднетощный тяжелосуглинистый относятся к III классу средней обеспеченности фосфором.

Значительные изменения произошли в содержании подвижных форм фосфора в почве верхнего пахотного горизонта (0-30 см) за период между обследованиями 2002-2022 гг. в сторону повышения классности до V и VI высокой и очень высокой обеспеченности.

Таблица 2

Динамика изменения обеспеченности почв подвижным фосфором и калием

Номер разреза	Агрохимические показатели по годам исследования					
	Содержание подвижного фосфора по Чирикову, мг/кг			Содержание подвижного калия по Чирикову, мг/кг		
	1992	2002	2022	1992	2002	2022
1	122	148	163	305	143	53
2	79	85	236	210	148	172
3	*	130	32,6	180	116	58
4	55	69	70	-	78	90
5	-	172	25	300	204	150
6	-	108	43	-	114	82
7	-	172	65	300	172	20
8	-	89	225	300	76	104
9	-	110	183	-	181	9
10	108	130	107	-	130	32
11	131	114	181	195	130	66
12	131	122	232	195	129	71
13	-	172	245	-	204	137
НСР	3,66	4,52	11,24	7,91	5,50	6,63

Примечание* – не определялось

В черноземе обыкновенном остаточно-луговатом карбонатном среднегумусном среднетощном среднесуглинистом и высокогумусном среднетощном тяжелосуглинистом, в комплексе лугово-черноземной карбонатной солончаковой сильно-засоленной тучной среднетощной среднесуглинистой с солонцом, а также в черноземе обыкновенном остаточно-луговатом карбонатном солончаковатом очень сильно засоленном тучном среднетощном тяжелосуглинистом произошло снижение с IV класса повышенной обеспеченности до II класса низкой обеспеченности почвы подвижным фосфором. Лугово-черноземная карбонатная среднегумусная среднетощная тяжелосуглинистая почва и чернозем обыкновенный остаточно-луговатый высокогумусный среднетощный легкосуглинистый остались в той же градации обеспеченности.

В целом можно отметить повышение содержания подвижного фосфора в 2022 году в большинстве почв по сравнению с обследованиями 1992 и 2002 гг в среднем на 27-198%. Наибольшая прибавка отмечена на черноземе обыкновенном остаточно-луговатом среднегумусном среднетощном среднесуглинистом. Однако на черноземе обыкновенном остаточно-луговатом карбонатном среднегумусном среднетощном среднесуглинистом, высокогумусном среднетощном тяжелосуглинистом и солончаковатом очень сильно засоленном тучном среднетощном тяжелосуглинистом, на лугово-черноземной карбонатной солончаковой сильнозасоленной тучной среднетощной среднесуглинистой почве в комплексе с солонцом произошли изменения в сторону снижения количества подвижного фосфора на 61-85%. На черноземе обыкновенном остаточно-луговатом высокогумусном среднетощном легкосуглинистом содержание фосфора в 2022 г уменьшилось на 1,3% относительно значения 1992 г.

Показателем обеспеченности растений калием считается содержание в почве обменного калия. Результаты испытаний представлены в таблице 2. За период 1992-2002 гг почвы характеризовались высокой и очень высокой степенью обеспеченности калием, за исключением лугово-черноземной карбонатной среднегумусной среднетощной тяжелосуглинистой, которая относится к среднему уровню обеспеченности подвижным калием. Однако, в 2022 году произошли изменения в сторону снижения содержания подвижного калия за 20-30 летний период в среднем на 18-95% за исключением лугово-черноземной карбонатной среднегумусной среднетощной тяжелосуглинистой почвы, где выявлено повышение количества калия на 16% относительно обследования 2002 года. В связи с этим большинство почв за период 2002-2022 гг характеризовались средней и низкой обеспеченностью калием. За исключением чернозема обыкновенного остаточно-луговатого среднегумусного среднетощного среднесуглинистого, чернозема обыкновенного остаточно-луговатого карбонатного высокогумусного среднетощного тяжелосуглинистого и тучного среднетощного тяжелосуглинистого, где обеспеченность калием оценивается как

высокая. Лугово-черноземная карбонатная среднегумусная среднетяжелосуглинистая, комплекс лугово-черноземной карбонатной солончаковой сильно-засоленной тучной среднетяжелосуглинистой почвы и солонца лугово-черноземного солончакового очень сильно засоленного многонариевого легкоглинистого (10-25%) и чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный глубокосолончаковатый тучный среднетяжелосуглинистый характеризуются повышенным содержанием подвижных форм калия за период с 2002 по 2022 годы.

По результатам исследования проведена статистическая обработка полученных данных и посчитан коэффициент корреляции (r) [5-7] между содержанием фосфора и калием в почве по годам исследования (табл. 3).

Таблица 3

Корреляционная зависимость содержания калия и фосфора в почве

Годы исследований	Коэффициент корреляции, r	Степень зависимости	Уравнение регрессии
1992	0,04	слабая	$y = 0,07x + 217,75$
2002	0,76	сильная	$y = 0,93x + 24,98$
2022	0,22	слабая	$y = 0,13x + 62,00$
1992-2022	0,10	слабая	$y = 0,12x + 110,60$

Анализ данных показал, что наиболее тесная связь наблюдается в 2002 году, коэффициент корреляции равен 0,76, что указывает на прямую положительную зависимость. В 1992 и в 2022 годах выявлена слабая зависимость между содержанием калия и фосфора в почве, r соответственно равнялись 0,04 и 0,22. Значения коэффициента регрессии, близкого к нулю в данном случае говорит о почти полном отсутствии линейной зависимости между показателями. Слабая прямая зависимость подтверждается и при анализе данных за весь период исследования – коэффициент корреляции в этом случае равен 0,1.

Заключение. По итогам проделанной работы по ретроспективному анализу состояния за период между почвенными обследованиями 1992-2002-2022 гг. получены показатели состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Проведенный анализ по содержанию подвижных форм фосфора и калия по 3-м турам обследования позволяет сделать следующее заключение: за период между обследованиями 1992-2022 гг. наблюдается тенденция повышения содержания подвижного фосфора в 2022 году в большинстве почв по сравнению с обследованиями 1992 и 2002 гг в среднем на 27-198 %. Только на черноземе обыкновенном остаточно-луговатом карбонатном среднегумусном среднетяжелосуглинистом, высокогумусном среднетяжелосуглинистом и солончаковатом очень сильно засоленном тучном среднетяжелосуглинистом, на лугово-черноземной карбонатной солончаковой сильнозасоленной тучной среднетяжелосуглинистой почве в комплексе с солонцом произошли изменения в сторону снижения количества подвижного фосфора на 61-85%. В период 1992-2002 гг почвы характеризовались высокой и очень высокой степенью обеспеченности калием. Однако, в 2022 году произошли изменения в сторону снижения содержания подвижного калия за 20-30 летний период в среднем на 18-95% за исключением лугово-черноземной карбонатной среднегумусной среднетяжелосуглинистой почвы, где выявлено повышение количества калия на 16% относительно обследования 2002 года. В связи с этим большинство почв за период 2002-2022 гг характеризовались средней и низкой обеспеченностью калием. По значению коэффициента корреляции, равному 0,1 выявлена слабая прямая зависимость между содержанием в почве фосфора и калия.

Список источников

1. Хасанов, А. Н., Асылбаев, И. Г., Рафиков, Б. В., Киселева, А. А., Шацкая, С. И. Ретроспективный анализ состояния плодородия почв Южной лесостепи Республики Башкортостан за длительный период использования // Известия Горского государственного аграрного университета. 56(1). С. 30-36.
2. Орлова Л. В., Захарова Е. А., Троц Н. М. Оценка состояния агрохимического состояния почвы с помощью вегетационного индекса // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : сб. науч. тр. Рязань : Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. С. 281-286.
3. Орлова Л. В., Фомин А. А., Тойгильдин А. Л. Новая парадигма развития сельского хозяйства // Международный сельскохозяйственный журнал. 2024. № 3(399). С. 357-360.
4. Троц, Н. М., Троц В. Б. Динамика состояния морфологического строения профиля черноземных почв при нулевой обработке // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК : сб. науч. тр. Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2022. С. 97–100.
5. Троц Н. М., Бокова А.А. Корреляционный анализ урожайности и количества пожнивных и корневых остатков в севооборотах // Инновационные достижения науки и техники АПК : сб. науч. тр. Кинель : ИБЦ Самарского ГАУ, 2023. С. 14-19.
6. Троц Н. М., Орлов С. В., Герасимов Е. С., Бокова А. А. Накопление пожнивных и корневых остатков в севооборотах при применении технологии No-till в условиях лесостепной зоны Среднего Поволжья // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №1. С. 25–31.
7. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М. : Агропромиздат, 1985. 351 с.

References

1. Khasanov, A. N., Asylbaev, I. G., Rafikov, B. V., Kiseleva, A. A., & Shatskaya, S. I. (2019). Retrospective analysis of the state of soil fertility in the Southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan for a long period of use. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 56(1), 30-36. (in Russ).
2. Orlova, L. V., Zakharova, E. A., & Trots, N. M. (2023). Assessment of the state of the agrochemical condition of the soil using the vegetation index. *Innovations in agriculture and ecology 23' : collection of scientific papers*. (pp. 281-286). Ryazan (in Russ).
3. Orlova, L. V., Fomin, A. A. & Toygildin, A. L. (2024). *A new paradigm for the development of agriculture. Mezhdunarodnyj sel'skokozyajstvennyj zhurnal (International Agricultural Journal)*, 3(399), 357-360 (in Russ).
4. Chichiginarov, V. V., Petrova, I. I. & Sivtsev, V. V. (2023). Assessment of soil fertility indicators of agricultural lands of Biette-agro LLC in Yakutia. *Vestnik Uliianovskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 2(62), 76–81 (in Russ).
5. Trots, N. M. & Bokova, A. A. (2023). Correlation analysis of yield and the amount of stubble and root residues in crop rotations. *Innovative achievements of science and technology of the agro-industrial complex 23' : collection of scientific papers*. (pp. 14-19). Kinel (in Russ).
6. Trots, N. M., Orlov, S. V., Gerasimov, E. S. & Bokova, A. A. (2023). Accumulation of stubble and root residues in cropped rotations when using the No-till technology in the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi sel'skokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 25-31 (in Russ).
7. Dospikhov, B. A. (1985). *Field experiment methodology*. Moscow : Agropromizdat (in Russ).

Информация об авторах:

Н. М. Троц – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ведущий научный сотрудник;
Г. И. Чернякова – кандидат сельскохозяйственных наук, научный сотрудник;
А. А. Бокова – аспирант, младший научный сотрудник;
Е. Е. Суворов – аспирант, младший научный сотрудник.

Information about the authors:

N. M. Trots – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Leading Researcher
G. I. Chernyakova – Candidate of Agricultural Sciences, Researcher;
A. A. Bokova – Postgraduate Student, Junior Researcher;
E. E. Suvorov – Postgraduate Student, Junior Researcher.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 4.09.2024; одобрена после рецензирования 23.09.2024; принята к публикации 16.10.2024.
The article was submitted 4.09.2024; approved after reviewing 23.09.2024; accepted for publication 16.10.2024.