

СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Научная статья

УДК 631.42/45

doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_21

**РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ПЛОДОРОДИЯ
ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЗОНЕ
САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ**

Наталья Михайловна Троц^{1✉}, Сергей Владимирович Машков², Анна Алексеевна Бокова³, Евгений Евгеньевич Суворов⁴

^{1, 2, 3, 4}Самарский государственный аграрный университет, Усть-Кинельский, Самарская область, Россия

¹troz_shi@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>

²mash_ser@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9941-3803>

³anuta1998b@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5193-364X>

⁴ee_suvorov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5702-0246>

Цель исследований – оценка изменения состояния показателей комплекса свойств почв для их последующего контроля и выявления признаков, влияющих на почвенное плодородие. Комплекс работ по почвенному обследованию и камеральной обработке материалов проводился на опытных полях Самарского государственного аграрного университета, расположенных на территории Кинельского района в центральной агроэкологической зоне Самарской области. Полевые работы выполнены путем маршрутного обследования исследуемой территории пахотных земель, по намеченным точкам в 2022 году заложены разрезы и отобраны образцы почв. Для анализа динамики изменения агрохимических показателей по 3-м турам обследования использовали 54 образца из девяти разрезов (глубиной 0,90-1,0 м), пяти полум (глубиной 0,60-0,65 м), одного прикопка. Исследованиями установлено, что по агрохимическим показателям выявлено повышение основных показателей состояния плодородия почвы: 1) содержание гумуса; 2) мощности гумусового горизонта. По имеющимся данным за 1992-2022 гг. составлена динамика изменения почвенного покрова площадью 2,17 тыс. га. За 30-летний период использования земель существенные изменения пришлись на понижение содержания гумуса. Доля тучных почв с содержанием гумуса > 7 %, по материалам предыдущего обследования составляла 33 % от общей площади земель сельскохозяйственного назначения. По мощности гумусового горизонта в 2022 году наибольшее распространение получили среднемощные почвы – 1,91 тыс. га или 88,0 %. За рассмотренный период трех туров обследований (1992, 2002 и 2022 гг.) наблюдается развитие процессов интенсивной гумификации, в связи с чем содержание гумуса увеличилось на 0,6-4,6 % и валового запаса гумуса на 221-289 т/га.

Ключевые слова: плодородие почвы, почвенные обследования, гумус, свойства почвы, ретроспективный анализ.

Для цитирования: Троц Н. М., Машков С. В., Бокова А. А., Суворов Е. Е. Ретроспективный анализ состояния плодородия черноземных почв в центральной агроэкологической зоне Самарской области // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2023. №4. С. 21–28. doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_21

RETROSPECTIVE FERTILITY ANALYSIS OF CHERNOZEM SOILS IN THE CENTRAL AGROECOLOGICAL ZONE OF THE SAMARA REGION

Natalya M. Trots^{1✉}, Sergey V. Mashkov², Anna A. Bokova³, Evgeny E Suvorov⁴

^{1, 2, 3, 4}Samara State Agrarian University, Ust-Kinelsky, Samara region, Russia

¹troz_shi@mail.ru✉, <http://orcid.org/0000-0003-3774-1235>

²mash_ser@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-9941-3803>

³anuta1998b@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5193-364X>

⁴ee_suvorov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5702-0246>

The purpose of the research is to assess changes in the state of indicators of the complex of soil properties for their subsequent control and identification of signs affecting soil fertility. The complex of works on soil survey and cameral processing of materials was carried out on the experimental fields of the Samara State Agrarian University, located on the territory of the Kinelsky district in the central agroecological zone of the Samara region. Field work was carried out by a route survey of the studied area of arable land, sections were laid at the planned points in 2022 and soil samples were taken. To analyze the dynamics of changes in agrochemical indicators for the 3rd rounds of the survey, 54 samples were used from nine sections (0.90-1.0 m), five semi-sections (0.60-0.65 m), and one dig. Studies have established that the agrochemical indicators revealed an increase in the main indicators of the state of soil fertility: 1) the content of humus; 2) the capacity of the humus horizon. According to available data for 1992-2022, the dynamics of changes in the soil cover with an area of 2.17 thousand hectares has been compiled. During the 30-year period of land use, significant changes occurred in the reduction of humus content. The proportion of rich soils with humus content > 7%, according to the materials of the previous survey, was 33% of the total area of agricultural land. According to the capacity of the humus horizon in 2022, medium-sized soils were the most widespread – 1.91 thousand hectares or 88.0%. During the considered period of three rounds of surveys (1992, 2002 and 2022), the development of intensive humification processes is observed, in connection with which the humus content increased by 0.6-4.6% and the gross humus stock by 221-289 t/ha.

Key words: soil fertility, soil research, humus, soil properties, retrospective analysis.

For citation: Trotz, N. M., Mashkov, S. V., Bokova, A. A. & Suvorov, E. E. (2023). Retrospective fertility analysis of chernozem soils in the central agroecological zone of the Samara region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 4, 21–28 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_4_21

В современных условиях изменяющегося климата сохранение оптимальных запасов органического углерода в почвах является сложной задачей в связи с увеличением частоты рисков возникновения неблагоприятных погодных явлений (засухи, пыльные бури, ливни) и с проблемой выбора рациональных систем земледелия. По имеющимся оценкам, за последние два столетия глобальные потери органического углерода из почв составили около 8% только в результате переустройства земель и неэффективных методов землепользования [1]. Уменьшение запасов углерода в почвах приводит к снижению их качества и устойчивости к естественным и антропогенным воздействиям, снижению урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства, в связи с чем актуальным вопросом современного почвоведения является получение достоверной информации о состоянии почвенного покрова, а также анализ временной трансформации плодородия почвы за длительный период использования.

Цель исследований – оценка изменения состояния показателей комплекса свойств почв для их последующего контроля и выявления признаков, влияющих на почвенное плодородие.

Задачи исследований – отбор и подготовка необходимых исходных данных для проведения аналитического исследования; анализ выбранных исходных данных и их последующая структуризация; интерпретация полученных аналитических данных.

Материал и методы исследования. Объект исследований – почвы черноземного, лугово-черноземного, лугового, солонцового и солончакового типов на опытных полях Самарского

государственного аграрного университета, расположенных на территории Кинельского района в центральной агроэкологической зоне Самарской области.

В результате исследований почв черноземного типа на полях Самарского государственного аграрного университета был собран фондовый материал по обследованиям за 1992 г. и 2002 г. и проведен тур в 2022 году. Сопоставив все полученные сведения о почвенном покрове, об агрохимических показателях, описания морфологического строения почвенного профиля и распространения почв, расположенных на полях Самарского государственного аграрного университета, были выбраны показатели для выполнения ретроспективного анализа состояния почв. Всего за период с 1992 по 2022 г. были исследованы показатели 40 разрезов, из них: морфологическое описание почв 15 разрезов по материалам 2022 г., анализ pH, анализ содержания гумуса.

В подготовительный период собраны и проанализированы фондовые материалы, составлена почвенная карта. Рядом с разрезами предыдущих обследований заложены точки контрольных разрезов для взятия образцов почв в 2022 г. Полевые работы выполнены путем маршрутного обследования исследуемой территории пахотных земель, по намеченным точкам в 2022 году заложены разрезы и отобраны образцы почв для анализа динамики изменения агрохимических показателей по 3-м турам обследования.

На территории исследований, в 2022 году, были обследованы часть земель сельскохозяйственного назначения. Для анализа использовали 54 образца из 9 разрезов (глубиной 0,90-1,0 м), 5 полуям (глубиной 0,60-0,65 м), 1 прикопка. Исследование проводилось на почвах, отнесенных к пяти типам: чернозем, лугово-черноземная, луговая, солонец полугидроморфный и солончак гидроморфный.

Каждая точка копания координировалась, проводилась фиксация, заполнялся полевой журнал с морфологическим описанием строения почвенного профиля.

Ретроспективный (оценочный) анализ [2, 3] выполнялся по следующим агрохимическим показателям: динамика состояния реакции почвенной среды (pH) и органического вещества – гумуса, %, т/га.

Результаты исследований. Анализ морфометрических изменений пахотных горизонтов и их распределения по профилю почв показал, что в почвенном покрове преобладают черноземы обыкновенные остаточно-луговые и остаточно-луговые карбонатные. Они занимают надпойменную террасу рек Б. Кинель и Самары. Черноземы обыкновенные получили распространение на плато увалов и пологих склонах (1-2°) западной, юго-западной и южной экспозиции, которые занимают небольшую площадь.

Луговые солончаковые засоленные почвы получили распространение в условиях избыточного увлажнения в понижениях на предсклонах к надпойменной террасе р. Самары. Лугово-черноземные почвы встречаются редко и только на возвышениях в виде гряд и бугров на надпойменной террасе р. Б. Кинель.

Немаловажное значение имеет состояние исследуемых участков по степени окультуренности почв. Исследуемые участки представлены пашней, залежью и пастбищем. Все участки находятся в разной степени мелиоративного состояния: пашня в севообороте; залежные – переувлажненные и закустаренные; пастбища – переувлажненные с близким залеганием грунтовых вод. Окультуренность почв находится в прямой зависимости от мелиоративного состояния участков.

Основными почвообразующими породами названных почв являются делювиальные глины и суглинки, для остаточно-луговых – древнеаллювиальные карбонатные породы, для засоленных почв – древнеаллювиальные засоленные глины.

Анализ использования земель в соответствии с видом разрешенного использования (в севообороте и залежные земли) показал, что с 1992 по 2022 г. произошли изменения в морфологическом строении профиля исследуемых участков:

Окраска гумусово-аккумулятивного горизонта А от темно-серой (почти черной) по наблюдениям начала XX века В. В. Докучаева [4] и по материалам обследования 1992 г. [5] эволюционировала в темно-серую с буроватым оттенком;

Мощность горизонта $A_{\text{пах}}$ колеблется от 0 до 22 см, и очень плотный слой A_1 составляет 10-20 см. Под горизонтом A_1 расположен горизонт В, имеющий плотное (лопата или нож с трудом

входят в почву на глубину 4-5 см) и уплотненное сложение.

Произошли изменения в структурности почвенных горизонтов, где в зависимости от глубины стала преобладать менее водопрочная структура: верхний пахотный горизонт характеризовался (по материалам 2022 г.) как порошисто-глыбистый и комковато-порошистый.

Пахотный слой подстилается очень плотной, слабо водопроницаемой прослойкой. Толщина ее невелика (10-20 см) и предыдущими исследователями почвоведов-практиков она игнорировалась. С глубиной структура вниз по профилю становится крупнозернистой или ореховатой, комковато-глыбистый, но при этом отмечается снижение водопрочности агрегатов, что связано как с уменьшением содержания гумуса, так и с изменением микростроения агрегатов.

После проведения морфологического описания почв и их классификации учитывали показатели агрохимического анализа в пределах одной почвенной разности.

Для характеристики кислотности почв определяли величину pH в солевых вытяжках. Повышение кислотности земель – основное последствие антропогенных воздействий на почвенный покров агроландшафтов. На кислотность почв также могут влиять и природные факторы.

Показатели кислотности за периоды обследований 1992-2002 гг. и 2002-2022 гг. представлены в таблице 1.

Таблица 1

Динамика изменения кислотно-основных свойств и гумуса черноземных почв лесостепи Среднего Поволжья

Почва	pH		Гумус, %		Запасы гумуса, т/га	
	1992-2002 гг.	2002-2022 гг.	1992-2002 гг.	2002-2022 гг.	1992 г.	2022 г.
Чернозем обыкновенный остаточно-луговой малогумусный среднесуглинистый / Залежь / Подсолнечник	-0,6	+0,3	-1,0	+2,2	241	289
Чернозем обыкновенный остаточно-луговой малогумусный среднесуглинистый / Подсолнечник	0	-0,9	-0,1	+2,2	162	246
Чернозем обыкновенный остаточно-луговой карбонатный малогумусный среднесуглинистый / Подсолнечник	-0,1	-0,8	+0,3	+1,5	180	221
Лугово-черноземная карбонатная малогумусная среднесуглинистая / Подсолнечник	0	-0,6	0	+1,5	176	227
Чернозем обыкновенный остаточно-луговой карбонатный малогумусный среднесуглинистый / Горох / Пшеница / Залежь / Залесение	-0,6	+0,1	-0,2	+2,7	180	270
Лугово-черноземная карбонатная солончаковая сильнозасоленная малогумусная среднесуглинистая / Залежь (солонец)	-0,4	-0,8	+0,7	+2,4	166	277
Луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая среднесуглинистая / Залежь	-1,3	-0,4	-1,3	+4,6	153	264
Лугово-солончаковая карбонатная слабозасоленная среднесуглинистая / Пастбище / Залежь	-2,4	+0,2	-0,5	+0,6	281	284
Чернозем обыкновенный малогумусный среднесуглинистый / Залежь / Залесение	-0,2	-0,1	-0,3	+1,8	166	223

Наиболее динамичным показателем в пахотном слое является содержание гумуса – основной показатель плодородия почв [6-7]. Наблюдение за количеством гумуса входит в первоочередные задачи, так как изменение содержания органического вещества в почвах не только прямо связано с изменением практически всех свойств и плодородия, но и отражает влияние внешних негативных факторов. Для определения количества гумуса применен метод И. В. Тюрина [8].

Для решения генетических, почвенно-геохимических и ряда агрохимических вопросов необходимы сведения о содержании и составе гумуса по всему генетическому профилю. В данном

случае образцы отбирали из каждого гумусового горизонта, в случае большой мощности последнего брали несколько образцов из одного горизонта. Отбору образцов предшествовало описание почвенного профиля и определение его таксономической принадлежности.

Согласно исследованиям Л. А. Гришиной и Д. С. Орлова [9], запас гумуса в 20 см пахотного слоя оценивается как очень низкий – при запасе менее 50 т гумуса на 1 га, низкий – при 50-100, средний – при 100-150, высокий – при 150-200, очень высокий – при более 200 т/га. Запас гумуса в почвах основных типов (по И. В. Тюрину) в слое 0-20 см (в среднем) для черноземов составляет: выщелоченных (7-8%) 192 т/га, мощных (10-12%) – 224 т/га, обыкновенных (6-8%) – 137 т/га; для серых лесных (4-6%) – 109 т/га; для темно-каштановых (3-4%) – 99 т/га.

После анализа имеющихся данных по содержанию гумуса, для сравнения провели расчет запаса гумуса (табл. 1). Ввиду недостаточности результатов прошлых лет (1992 г. и 2002 г.) провели расчет запасов гумуса в 0-100 см слое не представляется возможным, однако для сравнения были рассчитаны и приняты запасы гумуса в верхнем 0-30 см слое по результатам 1992 и 2022 гг.

В результате проведенных исследований выявлена динамика основных свойств и признаков почв. Анализируя показатели кислотности почвы, отмечено, что с 1992 по 2002 г. произошли изменения в сторону незначительного подкисления верхнего пахотного горизонта – от 0,1 до 2,40 единиц с переходом показателя pH почвенной среды от средне щелочной до нейтральной. Исключением являлись только лугово-черноземная карбонатная малогумусная среднесуглинистая почва и чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый, где изменение реакции среды не выявлено.

При анализе показателей pH с 2002 по 2022 г. изменений практически не произошло: реакция почвенной среды в 2022 году оказалась близкой к нейтральной (6,0-6,7).

Динамика содержания гумуса за 30 лет (1992-2022 гг.) показала, что, исходя из полученных данных с 1992 по 2002 г. на большинстве полей произошло падение содержания гумуса от 0,1 до 1,3%. В положительную сторону изменения произошли в черноземе обыкновенном остаточно-луговатом карбонатном малогумусном среднесуглинистом (+0,3%) и в лугово-черноземной карбонатной солончаковой сильнозасоленной малогумусовой среднесуглинистой почве (+0,7%). Количество гумуса за 10 лет не изменилось лишь в лугово-черноземной карбонатной малогумусной среднесуглинистой почве.

С 2002 по 2022 г. произошло накопление органического вещества в верхнем пахотном горизонте, где содержание гумуса увеличилось от +0,6 до +4,6%.

Для сравнения запасов гумуса были изучены почвы в слое 0-30 см, где пределы значений составили: в 1992 г. от 153 до 281 т/га, в 2022 г. – 221-289 т/га. Наименьшее значение запаса гумуса в 1992 году было характерно для луговой карбонатной солончаковой очень сильно засоленной среднесолонцеватой среднегумусной маломощной почвы (153 т/га), где, по результатам обследования 2022 года запасы гумуса увеличились на 111 т/га. Такое значительное накопление гумуса может быть связано с тем, что данная почвенная разность относится к залежным землям с 1992 года. Это привело к накоплению гумуса в значительных количествах (на 4,6%) на участке с многолетней залежью, где складывались особые условия, которые способствовали прочной фиксации образующихся гумусовых соединений. Участок почвы лугово солончаковой карбонатной слабозасоленной среднегумусной среднесуглинистой содержал наибольшее количество гумуса в пахотном слое (281 т/га) в 1992 году. Однако прирост гумуса за 30 лет оказался незначительным и составил 3 т/га. Данное явление можно объяснить тем, что почвенная разность расположена на участке пастбища, что ведет к ухудшению физических свойств, а также из-за выпаса скота происходят сдвиги в режиме микробной деятельности и химизма почвы. В совокупности это вызывает пересыхание почвы и изменяет азотный баланс. В результате понижается продуктивность азотфиксации, аммонификации и нитрификации почвы, замедляется ход разложения органического опада, а, следовательно, и образования гумуса.

В лугово-черноземной карбонатной малогумусной среднесуглинистой почве запасы гумуса составили в 1992 г. – 176 т/га, в 2022 г. – 227 т/га; в черноземе обыкновенном остаточно-луговатом карбонатном малогумусном среднесуглинистом в 1992 г. – 180 т/га, в 2022 г. – 221 т/га. Эти почвенные разности относятся к пахотным землям, на которых в 2022 году

возделывался подсолнечник. Более значительное изменение запасов гумуса было отмечено в черноземе обыкновенном малогумусном среднесуглинистом, где произошло накопление гумуса с 166 т/га в 1992 г. до 223 т/га в 2022 г. Данный участок относится к залежной и залесенной территории. Полученные результаты сравнения запасов гумуса в слое 0-30 см в 1992 и в 2022 гг. показывают, что произошло повышение запасов гумуса в 1,2-1,7 раза за исключением лугово-солончаковой карбонатной слабозасоленной среднегумусной среднесуглинистой почвы, где количество гумуса осталось неизменным.

Проведенное описание почвенного профиля и изучение результатов агрохимического анализа исследуемых участков в 2022 году позволило уточнить их таксономическую принадлежность (табл. 2).

Таблица 2

Перечень уточненных почвенных разновидностей черноземных почв лесостепи Среднего Поволжья

1992-2002 гг.	2002-2022 гг.
Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый высокогумусный среднесуглинистый
Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый среднегумусный среднесуглинистый
Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный среднесуглинистый	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный среднегумусный среднесуглинистый
Лугово-черноземная карбонатная малогумусная среднесуглинистая	Лугово-черноземная карбонатная среднегумусная среднесуглинистая
Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный среднесуглинистый	Чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный высокогумусный среднесуглинистый
Лугово-черноземная карбонатная солончаковая сильнозасоленная малогумусная среднесуглинистая	Лугово-черноземная карбонатная солончаковая сильнозасоленная тучная среднесуглинистая
Луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая среднегумусная маломощная легкоглинистая	Луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная хлоридная среднесолонцеватая тучная маломощная легкоглинистая
Лугово солончаковая слабозасоленная среднегумусная среднесуглинистая	Лугово солончаковая слабозасоленная хлоридная тучная среднесуглинистая
Чернозем обыкновенный малогумусный среднесуглинистый	Чернозем обыкновенный солончаковатый слабозасоленный хлоридный малогумусный среднесуглинистый

Большинство почв, описанных в 1992-2002 гг., относились к малогумусным среднесуглинистым. Луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая являлась среднегумусной маломощной и лугово солончаковая слабозасоленная была среднегумусной среднесуглинистой. К 2022 году произошло накопление гумуса на всех исследуемых участках, что позволило отнести почвы к средне- и высокогумусным и тучным. Также была уточнена степень кислотности и засоленности почв, их химизм (тип) засоления, который определялся по данным анализов водных вытяжек и основывался на соотношении анионов.

Заключение. Анализ фондовых данных почвенного обследования и полученных данных почвенного обследования за период 1992-2002 гг. позволили провести ретроспективный анализ состояния почв, выявить и установить динамику изменения основных свойств и признаков почв.

При анализе морфологического строения почвенного профиля и его описании отмечено увеличение плотности сложения от уплотненного до очень плотного на глубине 20-40 см, структура сложения верхнего горизонта изменилась в менее агрономически ценную, что связано с микростроением почвенных агрегатов.

Динамика кислотно-основных свойства pH почвенной среды за период 1992-2002 гг. – произошло подкисление верхнего пахотного горизонта на 0,1-2,4 ед. pH, за период 2002-2022 гг. – на некоторых участках (чернозем обыкновенный остаточно-луговатый малогумусный среднесуглинистый, чернозем обыкновенный остаточно-луговатый карбонатный малогумусный

среднемощный тяжелосуглинистый и лугово солончаковая карбонатная слабозасоленная среднегумусная среднемощная среднесуглинистая) произошло подщелачивание почвенной среды на 0,1-0,3 ед. рН. В 2022 году показатель реакции среды оказался на уровне 6,0-6,7.

Содержание гумуса с 1992 по 2002 г. уменьшилось на 0,1-1,3%, что привело к переходу почв в низшую градацию. По содержанию гумуса почвы большинства участков исследования классифицировались как малогумусные. Исключением являлись только лугово-карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая и лугово-солончаковая карбонатная слабозасоленная, которые были отнесены к среднегумусным. Динамика показателей за 2002-2022 гг. выявила повышение в содержании органического вещества на 0,6-4,6%, что способствовало повышению плодородия почвы. Наибольшее накопление органического вещества наблюдалось на многолетних залежах, наименьшее – на пастбище и пахотных землях, что связано с разной интенсивностью процесса гумификации органических веществ, поступающих в почву из растительных остатков, с условиями почвенной среды и химическим составом гумусообразователей, определяющих направление микробиологических процессов.

Чернозем обыкновенный малогумусный среднемощный как карбонатный, так и остаточно-луговой, а также лугово-черноземная карбонатная солончаковая сильнозасоленная малогумусная среднемощная и луговая карбонатная солончаковая очень сильно засоленная среднесолонцеватая среднегумусная маломощная почвы отличались наибольшим приростом гумуса (2,2-4,6%) за период 2002-2022 гг. Это способствовало накоплению в почве органического вещества и секвестрации (хранению) углерода в растительной и микробной биомассе, а также в органических и неорганических углеродсодержащих веществах почвы.

Список источников

1. Троц, Н. М., Троц В. Б. Динамика состояния морфологического строения профиля черноземных почв при нулевой обработке // Достижения и перспективы научно-инновационного развития АПК : сборник статей по материалам I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции. Курган : Курганская государственная сельскохозяйственная академия им. Т. С. Мальцева, 2022. С. 97–100.
2. Хасанов А. Н., Асылбаев И. Г., Рафиков Б. В. и др. Ретроспективный анализ состояния плодородия почв Южной лесостепи Республики Башкортостан за длительный период использования // Известия Горского государственного аграрного университета. 2019. № 1. С. 30–36.
3. 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.
4. Головлёв А. А. В. В. Докучаев в Самарской губернии (к 170-летию со дня рождения и 138-летию проведения полевых исследований в Самарском Поволжье) // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. 2016. № 1. С. 207–212.
5. Технический отчет по стартовому состоянию пахотных земель на 1991 год по колхозу «Советская Россия» Кинельского района Самарской области. Самара : ВолгоНИИгипрозем, 1992.
6. Арефьев А. Н. Изменение плодородия чернозема выщелоченного в зависимости от характера антропогенного воздействия на почву // Нива Поволжья. 2017. № 3 (44). С. 9–16.
7. Чичигинаров В. В., Петрова И. И., Сивцев В. В. Оценка показателей плодородия почв сельскохозяйственных угодий ООО «Биэтэ-агро» Якутии // Вестник Ульяновской ГСХА. 2023. №2(62). С. 76–81. DOI 10.18286/1816-4501-2023-2-76-81
8. Бельчикова Н. П. Определение гумуса почвы по методу Тюрина. Агрохимические методы исследования почв. М. : Изд. АН СССР, 1960. С. 44–51.
9. Орлов Д. С., Гришина Л. А. Методика по изучению содержания и состава гумуса в почвах. М. : Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова ; Биолого-почвенный институт, 1968. 84 с.

References

1. Trots, N. M. & Trots, V. B. (2022). State dynamics of the morphological structure of chernozem soils profile with no tillage. Achievements and prospects for the scientific and innovative development of the agro-industrial complex 22': collection of articles based on materials from the 1st All-Russian (national) scientific and practical conference. (pp. 97–100). Kurgan (in Russ).
2. Khasanov, A. N., Asylbaev, I. G. & Rafikov B. V. et al. (2019). Retrospective analysis of soil fertility in the southern forest-steppe of the Republic of Bashkortostan over a long period of use. *Izvestiia Gorskogo*

gosudarstvennogo agrarnogo universiteta (News of the Gorsky State Agrarian University), 1, 30–36 (in Russ).

3. Trots, N. M., Orlov, S. V., Gerasimov, E. S. & Bokova, A. A. (2023). Accumulation of stubble and root residues in cropped rotations using the No-till technology in the conditions of the forest-steppe zone of the Middle Volga region. *Izvestiia Samarskoi gosudarstvennoi selskokhoziaistvennoi akademii (Bulletin Samara State Agricultural Academy)*, 1, 25–31 (in Russ.). doi: 10.55170/19973225_2023_8_1_25

4. Golovlev, A. A. (2016). V. V. Dokuchaev in the Samara province (to the 170th anniversary of his birth and the 138th anniversary of field research in the Samara Volga region). *Samarskaya Luka: problemy regionalnoi i globalnoi ekologii (Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology)*, 1, 207–212 (in Russ).

5. *Technical report on the starting state of arable land for 1991 on the collective farm «Soviet Russia» of the Kinelsky district of the Samara region* (1992). Samara : VolgoNIIgiprozem (in Russ).

6. Arefiev, A. N. (2017). Changes in the fertility of leached chernozem depending on the nature of anthropogenic impact on the soil. *Niva Povolzhia (Niva Povolzhya)*, 3 (44), 9–16 (in Russ).

7. 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 selskokhoziaistvennoi akademii (Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy)*, 2(62), 76–81 (in Russ). DOI 10.18286/1816-4501-2023-2-76-81.

8. Belchikova, N. P. (1960). *Agrochemical methods of soil research*. Moscow : Academy of Sciences of the USSR (in Russ).

9. Orlov, D. S. & Grishina, L. A. (1968). *Methods for studying the content and composition of humus in soils*. Moscow: Moscow State University M. V. Lomonosov ; Biology and Soil Institute (in Russ).

Информация об авторах:

Н. М. Троц – доктор сельскохозяйственных наук, профессор;

С. В. Машков – кандидат экономических наук, доцент;

А. А. Бокова – аспирант;

Е. Е. Суворов – аспирант.

Information about the authors:

N. M. Trots – Doctor of Agricultural Sciences, Professor;

S. V. Mashkov – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor;

A. A. Bokova – post-graduate student;

E. E. Suvorov – post-graduate student.

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 27.08.2023; одобрена после рецензирования 16.09.2023; принята к публикации 21.09.2023.

The article was submitted 27.08.2023; approved after reviewing 16.09.2023; accepted for publication 21.09.2023.