



Научная статья
 УДК 631.452:631.435
 doi: 10.55186/25876740_2023_66_6_603

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА

В.И. Титова¹, И.А. Борисычев²

¹Нижегородский государственный агротехнологический университет, Нижний Новгород, Россия

²Центр агрохимической службы «Нижегородский», Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В статье приведены результаты анализа динамики показателей агрохимического состояния дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава за период между двумя циклами обследования — 2011 и 2021 гг. Изменения оценивали по средневзвешенным значениям основных агрохимических показателей — содержание гумуса, подвижных форм фосфора и калия, pH (kcl), гидролитическая кислотность и емкость поглощения катионов, определенных для массива почв хозяйства в 1874 га. Для сравнения использовали данные по значениям тех же показателей, но для более мелких контуров — паспортизуемых участков общей площадью 240,4 га на тех же почвенных разностях, а именно на супесчаных, легко-, средне- и тяжелосуглинистых почвах. Установлено, что плодородие дерново-подзолистых почв во времени снижается за счет увеличения обменной кислотности и перехода почв из группы слабокислых в группу среднекислых почв, а также за счет резкого снижения средневзвешенного содержания гумуса — на 1,6%, что составляет 39% к значению 2011 г. В наибольшей степени колебания основных агрохимических показателей подвержены почвы легко- и среднесуглинистые, в которых резко повышается обменная кислотность при значительном повышении их обеспеченности подвижными соединениями фосфора и калия.

Ключевые слова: дерново-подзолистая почва, гранулометрический состав, плодородие, динамика показателей во времени, циклы обследования, паспортизуемые участки

Original article

DYNAMICS OF SOD-PODZOL SOIL FERTILITY INDICATORS DEPENDING ON THEIR GRANULOMETRIC COMPOSITION

V.I. Titova¹, I.A. Borisychyev²

¹Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russia

²Agrochemical Service Center "Nizhegorodsky", Nizhny Novgorod, Russia

Abstract. The paper presents the results of the analysis of the dynamics of agrochemical parameters of sod-podzolic soils of different granulometric composition for the period between two cycles of the survey — 2011 and 2021. The changes were assessed by weighted average values of the main agrochemical indicators — the content of humus, mobile forms of phosphorus and potassium, pH (kcl), hydrolytic acidity and absorption capacity of cations, determined for the array of farm soils in 1874 ha. For comparison we used data on the values of the same indicators, but for smaller contours — passported plots with a total area of 240.4 ha on the same soil differences, namely on sandy loam, light, medium and heavy loam soils. It was found that the fertility of sod-podzolic soils in time decreases due to increasing exchange acidity and the transition of soils from a group of weakly acidic soils to a group of medium acidic soils, as well as a sharp decrease in the weighted average humus content — by 1.6%, which is 39% of the value in 2011. To the greatest extent, fluctuations in the main agrochemical indicators are subjected to light and medium loamy soils, in which exchange acidity increases sharply with a significant increase in their provision with mobile phosphorus and potassium compounds.

Keywords: sod-podzolic soil, granulometric composition, fertility, dynamics of indicators over time, survey cycles, passported plots

Введение. Агрохимический мониторинг состояния почвенного покрова земель сельскохозяйственного назначения — один из приемов контроля их плодородия [1, 2] и доведения информации о количественных и качественных изменениях основных агрохимических показателей до собственников земель [3, 4]. Эта информация в дальнейшем может быть использована сельхозтоваропроизводителями для разработки комплекса мероприятий по устранению выявленных негативных изменений [5] и оптимизации свойств почвы, способствующих получению высоких урожаев культурных растений [6]. Особенно важен контроль состояния низкоплодородных и слабоустойчивых к внешним воздействиям почв, к которым относятся дерново-подзолистые почвы Нечерноземной зоны Российской Федерации [7, 8].

Цель исследования — анализ динамики изменений основных агрохимических показателей дерново-подзолистых почв в зависимости от их гранулометрического состава за период 2011-2021 гг.

Методика исследования. При выполнении данной работы использованы результаты агрохимического мониторинга почв одного из карто-фелеводческих хозяйств Нижегородской области (ОО «Аксентис») за 2011 и 2021 гг. Обследование проведено ФГБУ ЦАС «Нижегородский» в соответствии с «Методическими указаниями по проведению комплексного мониторинга плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, 2003». Отбор проб проведен по ГОСТ Р 58595-2019.

Почвенный покров хозяйства представлен дерново-подзолистыми почвами разного гранулометрического состава, не смытыми или слабо-смытыми.

Динамику показателей во времени между двумя циклами обследования оценивали по средневзвешенным значениям содержания в почве гумуса, подвижных соединений фосфора и калия, а также по емкости поглощения, обменной (судя по показателю pH солевой вытяжки) и гидролитической кислотности почв.

Кроме этого, из общей площади хозяйства для проведения авторского исследования по

временной динамике основных агрохимических показателей почв выделены несколько полей общей площадью 240,4 га, компактно расположенных вокруг центральной усадьбы (рис. 1). Основным критерий, используемый при выборе участков (полей) для сравнения — гранулометрический состав почв. Таким образом, были сформированы 4 земельных участка с почвами супесчаными, легко-, средне- и тяжелосуглинистыми (табл. 1).

ОО «Аксентис» образовано в начале 2012 г. для производства товарного картофеля, с 2015 г. предприятие специализируется на производстве семенного картофеля. Общая площадь земель сельскохозяйственного назначения составляет не менее 6000 га, из них около 2000 га — земли центрального отделения предприятия, более 600 га которого ежегодно заняты посадками картофеля.

Результаты исследований. По результатам двух циклов агрохимического обследования (2011 г. и 2021 г.) можно отметить следующее (рис. 2).

На 2011 г. на долю сильнокислых и очень сильнокислых почв приходилось 16% от площади пашни, а в 2021 г. их доля увеличилась в 2 раза и составила уже 34% от площади пахотных угодий. Одновременно с этим доля почв с реакцией среды, близкой к нейтральной и агрономически нейтральной, снизилась втрое: с 18%

в 2011 г. до 6% от площади пашни в 2021 г. Судя по средневзвешенному показателю pH солевой вытяжки, обменная кислотность пахотных почв к 2021 г. трактуется как среднекислая.

Обеспеченность почв гумусом в среднем по хозяйству снизилась очень резко — более чем в 1,6 раза, а почвы в целом перешли из груп-

пы «среднегумусированные» в группу «слабогумусированные». К 2021 г. доля почв с низкой и очень низкой обеспеченностью гумусом увеличилась с 37 до 68% от площади пашни. При этом почв с высокой обеспеченностью гумусом стало в 5 раз меньше: с 27% в 2011 г. до 5% в 2021 г.

Содержание подвижных соединений фосфора в почве за 10 лет между циклами обследования увеличилось на 66 мг/кг (57% к данным 2011 г.). Очень резко снизилась доля почв с низкой обеспеченностью подвижными фосфатами — с 26% в 2011 г. до 3% от обследованной площади в 2021 г. При этом почв с высокой и очень высокой обеспеченностью подвижным фосфором стало существенно больше (более чем в 2 раза).

По обеспеченности дерново-подзолистых почв хозяйства подвижным калием за период 2011-2021 гг. ситуация изменилась слабо. Наиболее заметным стало лишь появление почв с очень высоким содержанием подвижного калия — 18% к общей площади в 2021 г.

На рисунке 3 представлены материалы рассмотрения данных по основным показателям почвенного плодородия участков в 2021 г. Анализ проведен методом сравнения результатов по выбранным земельным участкам с земельными массивами соответствующего гранулометрического состава в пределах всего землепользования предприятия (табл. 1).

Данные, приведенные на рисунке 3, позволяют констатировать, что средневзвешенное значение любого из анализируемых агрохимических показателей (pH солевой вытяжки, содержание гумуса, подвижных соединений фосфора и калия) для дерново-подзолистых почв одного и того же гранулометрического состава заметно различается в зависимости от величины обследованной площади. Особенно заметны различия в обеспеченности почв гумусом и подвижными соединениями калия, отмеченные на средне- и тяжелосуглинистых почвах.

Одной из явных причин таких различий является объем выборки по площади и количеству объединенных почвенных проб, участвующих в расчете средневзвешенного показателя. Например, содержание гумуса в дерново-подзолистой почве среднесуглинистого гранулометрического состава в среднем по хозяйству на площади в 211 га составило 2,9%, а в почве конкретного паспортного участка площадью 72,7 га — 3,5%. Однако объяснить столь существенные различия в содержании гумуса в почвах одного и того же гранулометрического состава только размером обследованной площади невозможно. Вероятно, имеет значение и культура, произрастающая на участке во время обследования, и внесение удобрений, особенно органических.

Из этого следует вывод о том, что средневзвешенные значения показателей по хозяйству в целом мало приемлемы для использования в конкретной практической деятельности. При этом их значение при подготовке аналитических обзоров и справок по динамике агрохимических показателей почвенного плодородия во времени, а также в стратегическом планировании, безусловно, велико.

В таблице 2 приведены результаты сравнительного анализа основных физико-химических показателей одних и тех же паспортных участков, взятых в выборку для оценки временных изменений в их характеристике на 2011 г. и на 2021 г.

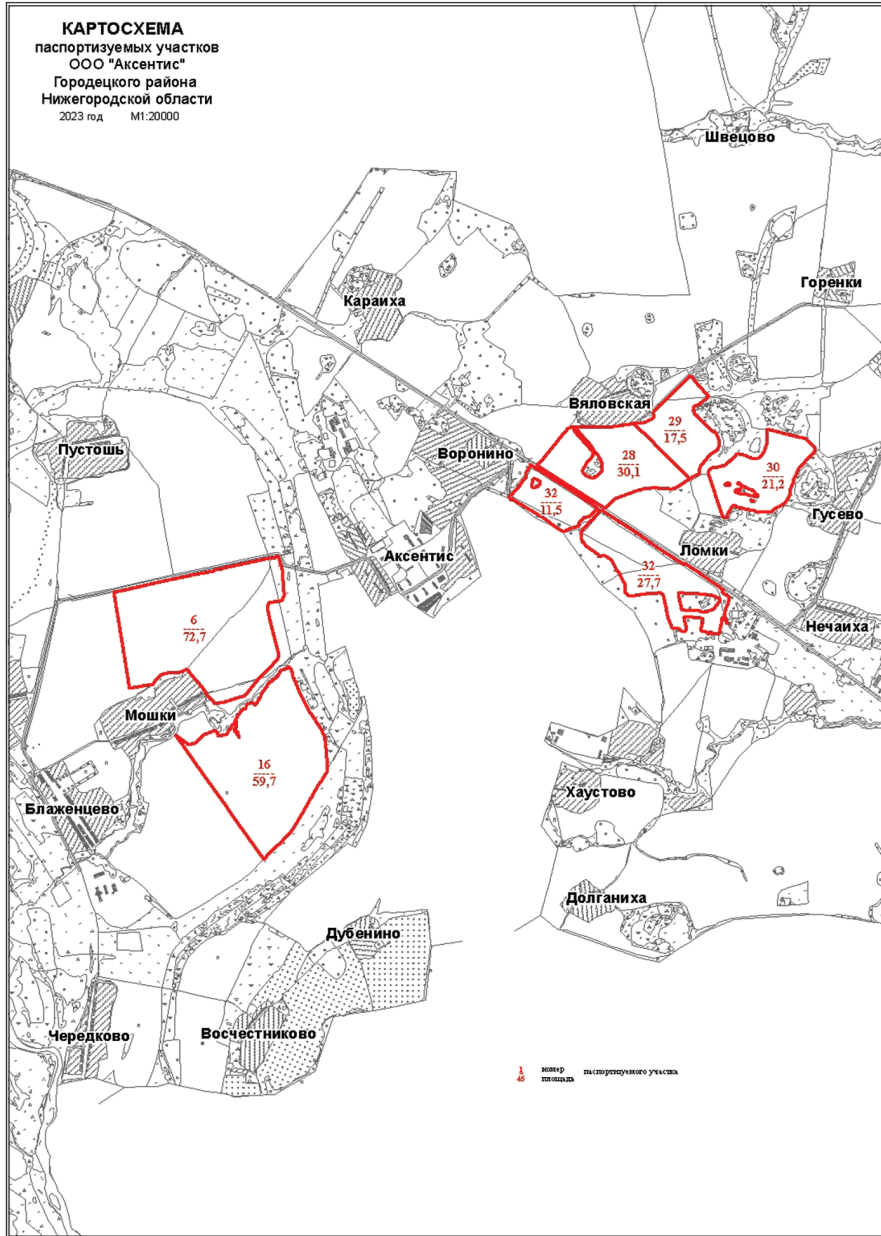


Рисунок 1. Фрагмент картосхемы паспортных участков, взятых в выборку
Figure 1. Fragment of the map of the passported areas taken in the sample

Таблица 1. Общая характеристика земельных участков, используемых для анализа изменений агрохимического состояния дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава (2021 г.)
Table 1. General characteristics of land plots used for the analysis changes in agrochemical state of sod-podzol soils of different granulometric composition (2021)

Гранулометрический состав почв	Площадь в хозяйстве		Сведения по участкам в выборке		
	га	% к общей площади	№№ участка	га	% к площади почв указанного гранулометрического состава
Супесчаный	368	20	32	39,2	11
Легкий суглинок	1036	55	28-30	68,8	7
Средний суглинок	211	11	6	72,7	34
Тяжелый суглинок	161	9	16	59,7	37
По хозяйству	1874	100		240,4	13



Данные свидетельствуют, что на 2011 г. на участке с тяжелосуглинистыми дерново-подзолистыми почвами (участок № 16) обменная кислотность, судя по показателю рН солевой вытяжки, характеризуется как близкая к нейтральной; среднесуглинистые почвы (паспортизуемый участок № 6) по этому показателю относятся к почвам слабокислым, а супесчаные и легкосуглинистые почвы (паспортизуемые участки № 32 и 28-30) — к среднекислым.

Здесь следует пояснить, что с 2012 г. обсуждаемые участки активно используются созданным на этих землях предприятием для выращивания картофеля, то есть активно вовлечены в сельхозпроизводство. При этом общую дозу удобрений, которые были внесены за период с 2012 до 2021 гг., точно определить нет возможности. Однако усредненная доза минеральных удобрений под картофель на 2021 г. оценивалась в 100 кг азота, 50-60 кг фосфора и до 150 кг калия в расчете на 1 га пашни. Органические удобрения вплоть до 2020 г. в хозяйстве не использовали.

К 2021 г. на участках со средне- и тяжелосуглинистыми почвами обменная кислотность, судя по показателю рН солевой вытяжки, увеличилась, и среднесуглинистые почвы перешли в группу среднекислых, а тяжелосуглинистые — в группу слабокислых почв. При этом усиление кислых свойств дерново-подзолистой почвы тяжелого гранулометрического состава подтверждается и показателями гидролитической кислотности: она немного повышается на участке со среднесуглинистым составом и очень сильно увеличивается на участке с тяжелосуглинистыми почвами.

Супесчаная почва за период 2011-2021 гг. снизила кислотность как обменную, так и ги-

дролитическую. На участке с легкосуглинистой дерново-подзолистой почвой обменная кислотность увеличилась, а гидролитическая несколько снизилась.

В целом на дерново-подзолистых почвах разного гранулометрического состава на всех участках за 10 лет их активного использования для ведения сельхозпроизводства уменьшилась и емкость поглощения, что является одним из признаков снижения устойчивости почв к антропогенному воздействию.

Содержание гумуса в почве — важнейший показатель плодородия дерново-подзолистых почв. Установлено (табл. 3), что на участках с разным гранулометрическим составом почв содержание гумуса сильно разнится. Так, в супесчаной почве оно закономерно минимально, в легкосуглинистой почве — чуть больше, а в средне- и тяжелосуглинистой почве содержание гумуса в 2 раза выше, чем в почвах легкого гранулометрического состава. В среднем по хозяйству содержание гумуса в 2021 г. значительно выше, чем в 2011 г.

Здесь следует пояснить, что на 2011 г. в структуре земельных угодий хозяйства было всего 877 га, и они наполовину были представлены среднесуглинистыми и тяжелосуглинистыми почвами. К 2021 г. общая площадь пашни хозяйства увеличилась до 1874 га, из которых на долю средне- и тяжелосуглинистых почв приходится лишь 24% (табл. 1), что внесло свои коррективы в расчет средневзвешенного значения всех показателей по годам наблюдений.

К 2021 г. средневзвешенное содержание гумуса в почвах легко- и среднесуглинистых несколько снизилось, в супесчаной почве практически осталось на том же уровне, а в почве

тяжелосуглинистого гранулометрического состава заметно увеличилось.

Обеспеченность почв подвижными формами фосфора мало зависит от гранулометрического состава, но в последние годы часто констатируется увеличение содержания подвижного фосфора [9, 10], что отмечается и почти на всех взятых в выборку земельных участках. Отдельно разве что можно отметить тяжелосуглинистые дерново-подзолистые почвы, где содержание подвижных фосфатов ниже, чем на почвах легкого гранулометрического состава, и оно не изменилось во времени. Вероятнее всего, это связано с теоретическим преимущественным образованием в таких почвах фосфатов на основе трехвалентных катионов железа и алюминия, количество которых для почв одного генезиса априори выше в почвах более тяжелого гранулометрического состава [11].

Содержание подвижных форм калия в почве разных участков в начале наблюдений (2011 г.) соответствовало теоретическим ожиданиям — почвы легкого гранулометрического состава имели меньшую обеспеченность калием, а более тяжелые дерново-подзолистые почвы содержали больше калия и, прежде всего, обменно-поглощенного, что отмечает в своей публикации [12]. К 2021 г. отмечено резкое повышение содержания калия в почве именно в почве легкого гранулометрического состава, что, вероятнее всего, связано с повышением содержания калия в почвенном растворе как следствие внесения высоких доз калия. Последнее вполне вероятно, если учесть, что данное хозяйство — одно из лидирующих картофелеводческих хозяйств России, в котором ежегодно более 600 га занято посадками картофеля, высоко калиелюбивой культуры.

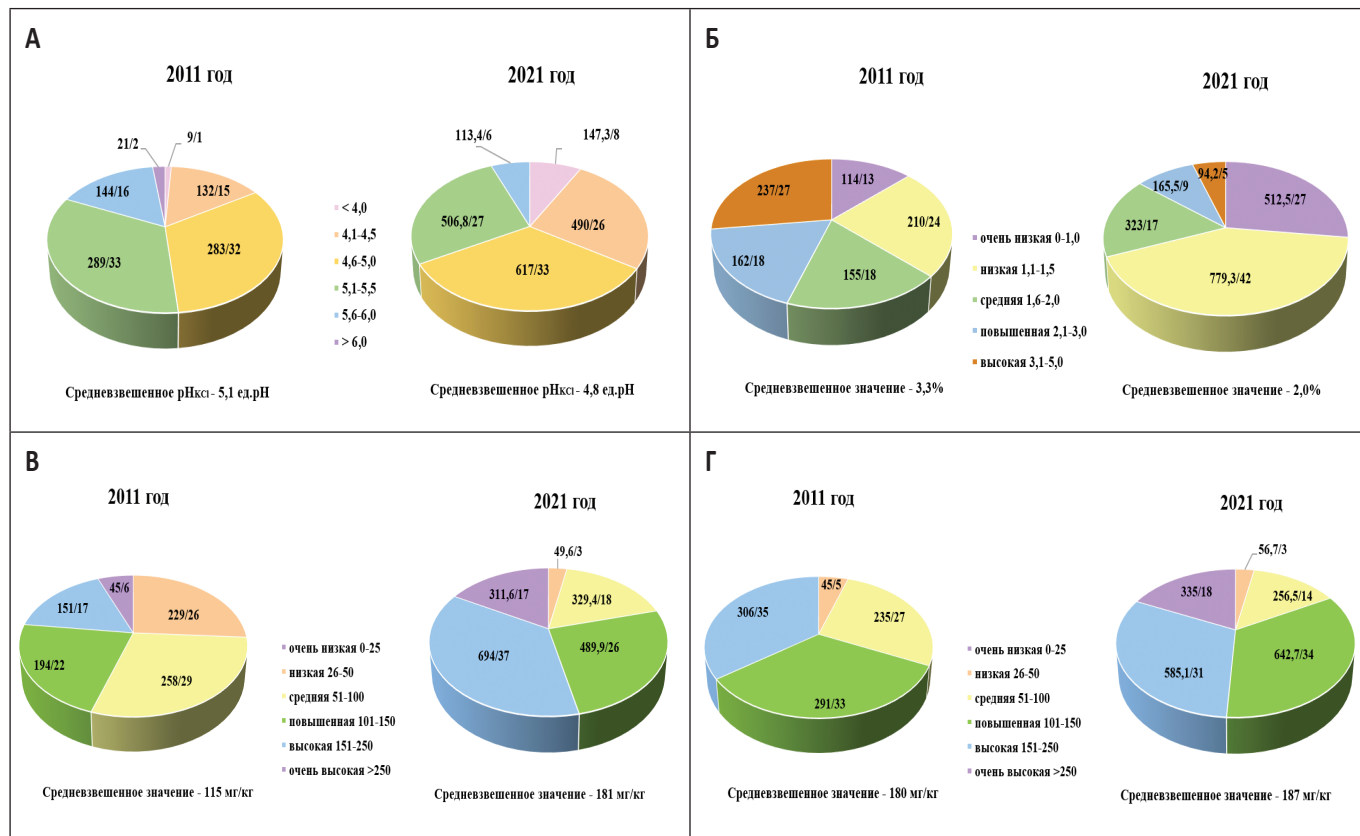


Рисунок 2. Доля почв с разной степенью проявления основных агрохимических показателей в динамике за период 2011-2021 гг.: А — рН_{KCl} (обменная кислотность); Б — содержание гумуса; В — содержание подвижных форм фосфора; Г — содержание подвижных форм калия
 Figure 2. Proportion of soils with different degree of manifestation of basic agrochemical indicators in dynamics for the period 2011-2021: А — рН_{KCl} (exchange acidity); В — humus content; С — content of mobile forms of phosphorus; D — content of mobile forms of potassium



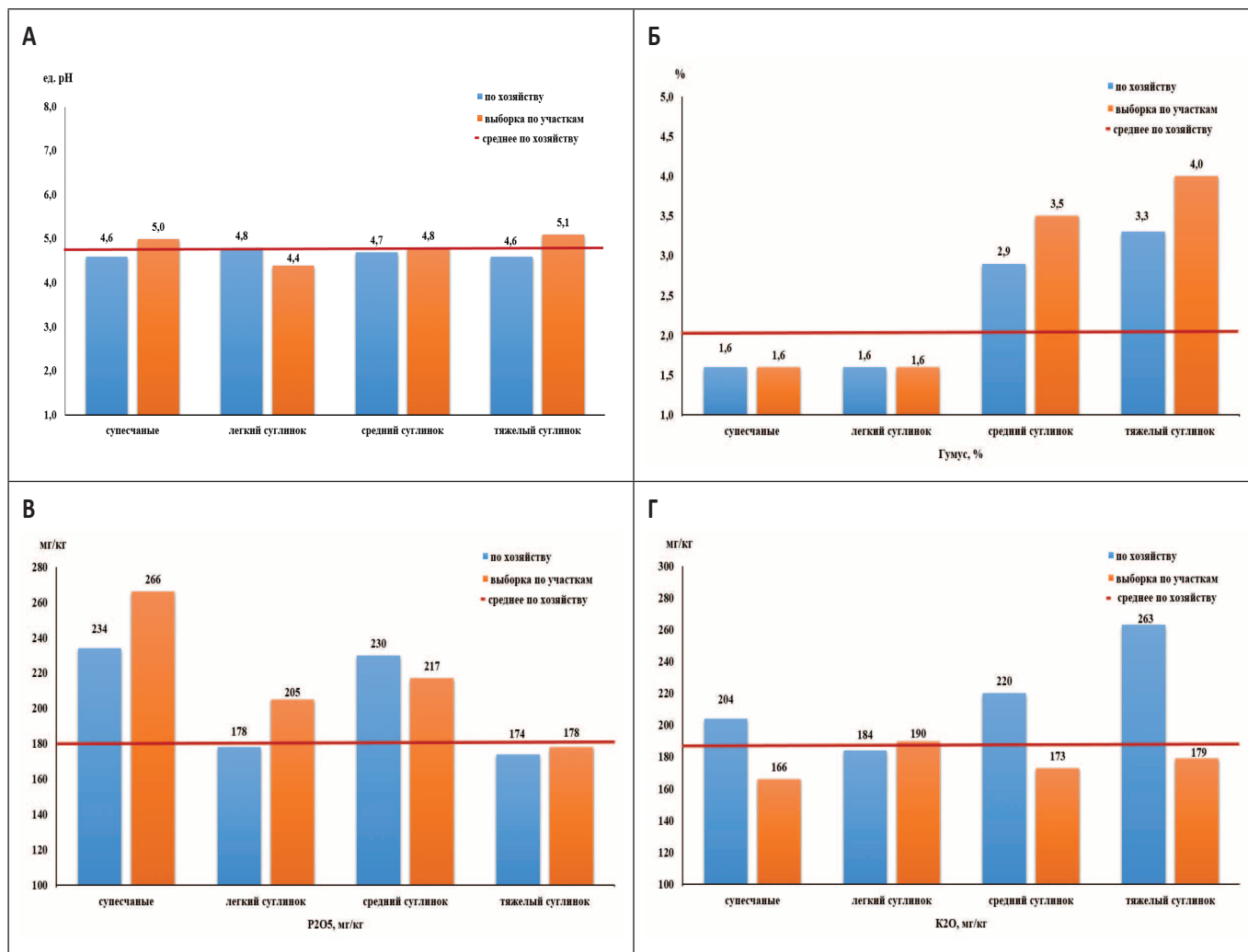


Рисунок 3. Характеристика дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава с учетом площади обследования (2021 г.): А — рН_{кел} (обменная кислотность); Б — содержание гумуса; В — содержание подвижных форм фосфора; Г — содержание подвижных форм калия
 Figure 3. Characteristics of sod-podzolic soils of different granulometric composition with regard to the survey area (2021): А — рН_{кел} (exchange acidity); В — humus content; С — content of mobile forms of phosphorus; D — content of mobile forms of potassium

Таблица 2. Динамика основных физико-химических показателей отдельных участков дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава во времени

Table 2. Dynamics of the main physico-chemical parameters of some sections of sod-podzolic soils of different granulometric composition in time

№ участка	Гранулометрический состав почвы	рН _{кел}		N, ммоль/100 г почвы		Т, ммоль/100 г почвы	
		2011	2021	2011	2021	2011	2021
32	Супесчаный	4,7	5,0	4,10	2,92	9,7	6,5
28-30	Легкий суглинок	4,9	4,4	3,80	3,07	12,0	10,6
6	Средний суглинок	5,2	4,8	4,00	4,10	24,6	20,3
16	Тяжелый суглинок	5,8	5,1	3,30	4,48	24,9	19,4

Таблица 3. Динамика основных агрохимических показателей отдельных участков дерново-подзолистых почв разного гранулометрического состава во времени

№ участка	Гранулометрический состав почвы	Гумус, %		Подвижный фосфор, мг/кг		Подвижный калий, мг/кг	
		2011 г.	2021 г.	2011 г.	2021 г.	2011 г.	2021 г.
32	Супесчаный	1,5	1,6	210	266	123	166
28-30	Легкий суглинок	1,8	1,6	189	205	104	190
6	Средний суглинок	3,7	3,5	124	217	142	173
16	Тяжелый суглинок	3,4	4,0	178	178	171	179

Выводы. За 10-летний период активной хозяйственной деятельности крупного картофелеводческого предприятия, судя по средневзвешенным значениям основных агрохимических показателей, дерново-подзолистые почвы заметно снизили свое плодородие, что подтверждается повышением кислотности почвы

со слабокислой до среднекислой реакции и резким снижением содержания гумуса — на 1,3% в 2021 г. (39% к 2011 г.).

Сравнение значений основных показателей почвенного плодородия на одних и тех же паспортизуемых участках в 2011 и 2021 гг. показало, что наиболее подвержены временным

изменениям физико-химических показателей супесчаные и легкосуглинистые дерново-подзолистые почвы, что выражается колебаниями рН солевой вытяжки как в сторону снижения кислотности (супесчаные почвы), так и сторону ее увеличения (легкосуглинистые почвы) при общем снижении емкости поглощения катионов.



Отмечено существенное увеличение содержания в дерново-подзолистых почвах подвижных фосфатов: к 2021 г. в среднем по хозяйству оно увеличилось на 66 мг/кг (57% к 2011 г.). Анализ изменений средневзвешенного содержания подвижного фосфора в почвах разного гранулометрического состава показал, что в наибольшей степени оно обусловлено резким повышением содержания P_2O_5 в супесчаных (на 56 мг/кг или 27% к 2011 г.) и среднесуглинистой (на 93 мг/кг или 75% к 2011 г.) дерново-подзолистых почвах.

Список источников

1. Кудеяров В.Н., Соколов М.С., Глинушкин А.П. Современное состояние почв агроценозов России, меры по их оздоровлению и рациональному использованию // *Агрохимия*. 2017. № 6. С. 3-11.
2. Кудеяров В.Н. Баланс азота, фосфора и калия в земледелии России // *Агрохимия*. 2019. № 10. С. 3-11.
3. Ситников В.Н., Егоров В.П., Есаулко А.Н., Бурлай А.В. Мониторинг плодородия почв Ставропольского края: динамика агрохимических показателей с учетом зональных особенностей почв // *Агрохимический вестник*. 2018. № 4. С. 8-13.
4. Титова В.И., Разин Т.С., Ветчинникова О.И. Динамика агрохимических показателей почв ООО «Ардатовское» во времени и оценка их устойчивости к антропогенному воздействию // *Агрохимический вестник*. 2021. № 1. С. 8-12.
5. Сычев В.Г., Шафран С.А., Виноградова С.Б. Плодородие почв России и пути его регулирования // *Агрохимия*. 2020. № 6. С. 3-13.
6. Шафран С.А., Ермаков А.А., Виноградов С.Б., Семёнова А.И. Изменение плодородия почв Нечерноземной зоны за 50-летний период // *Агрохимический вестник*. 2021. № 5. С. 3-7.
7. Макаров И.Б., Балабко П.Н., Басевич В.Ф., Карпова Д.В., Хуснетдинова Т.И. Окультуривание подзолистых

почв: актуальные аспекты // *Агрохимический вестник*. 2018. № 2. С. 6-8.

8. Сычев В.Г., Аканова Н.И. Современные проблемы и перспективы химической мелиорации кислых почв // *Плодородие*. 2019. № 1 (106). С. 3-7.
9. Наумченко Е.Т., Разумова К.Ю. Степень агрогенного воздействия на фосфатный режим луговой черноземовидной почвы // *Плодородие*. 2022. № 2 (125). С. 40-43.
10. Bortnik, T.Yu., Artyushkin, V.F., Karpova, A.Yu. (2021). Structural analysis of the productivity sample on a variety of factors characterizing soil fertility (a possible approach to the solution). *IOP Conference Series; Earth and Environmental Science*, vol. 862. The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society. 19-24 July 2021, Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation.
11. Титова В.И. К вопросу о рациональном использовании почв с очень высоким содержанием фосфора в интенсивном земледелии // *Агрохимический вестник*. 2017. № 1. С. 2-6.

References

1. Kudeyarov, V.N., Sokolov, M.S., Glinushkin, A.P. (2017). *Sovremennoe sostoyanie pochv agrotsenozov Rossii, mery po ikh ozdorovleniyu i ratsional'nomu ispol'zovaniyu* [Current state of soils in agroecosystems of Russia, measures for their improvement and rational use]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 6, pp. 3-11.
2. Kudeyarov, V.N. (2019). *Balans azota, fosfora i kaliya v zemledelii Rossii* [The balance of nitrogen, phosphorus, and potassium in agriculture in Russia]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 10, pp. 3-11.
3. Sitnikov, V.N., Egorov, V.P., Esaulko, A.N., Burlai, A.V. (2018). *Monitoring plodorodiya pochv Stavropol'skogo kraja: dinamika agrokhimicheskikh pokazatelei s uchetom zonal'nykh osobennostei pochv* [Monitoring of soil fertility in the Stavropol territory: dynamics of agrochemical indicators taking into account zonal features of soils]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 4, pp. 8-13.
4. Titova, V.I., Razin, T.S., Vetchinnikova, O.I. (2021). *Dinamika agrokhimicheskikh pokazatelei pochv ООО «Ardatovskoe» vo vremeni i otsenka ikh ustoychivosti k antropogennomu vozdeistviyu* [Dynamics of agrochemical indicators of soils of LLC "Ardatovskoye" in time and assessment of their resistance to anthropogenic impact]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 1, pp. 8-12.
5. Sychev, V.G., Shafran, S.A., Vinogradova, S.B. (2020). *Plodorodie pochv Rossii i puti ego regulirovaniya* [Soil fertility in Russia and ways to regulate it]. *Agrokhimiya* [Agricultural chemistry], no. 6, pp. 3-13.
6. Shafran, S.A., Ermakov, A.A., Vinogradov, S.B., Semenov, A.I. (2021). *Izmenenie plodorodiya pochv Nechernozemnoi zony za 50-letniy period* [Changes in soil fertility in the Non-Black Soil Zone over a 50-year period]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 5, pp. 3-7.
7. Makarov, I.B., Balabko, P.N., Basevich, V.F., Karpova, D.V., Khusnetdinova, T.I. (2018). *Okul'turivanie podzolistykh pochv: aktual'nye aspekty* [Cultivation of podzolic soils: current aspects]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 2, pp. 6-8.
8. Sychev, V.G., Akanova, N.I. (2019). *Sovremennye problemy i perspektivy khimicheskoi melioratsii kisl'nykh pochv* [Modern problems and prospects of chemical reclamation of acidic soils]. *Plodorodie* [Fertility], no. 1 (106), pp. 3-7.
9. Naumchenko, E.T., Razumova, K.Yu. (2022). *Stepen' agrogennoego vozdeistviya na fosfatnyi rezhim lugovoi chernozemovidnoi pochvy* [Degree of agrogenic impact on the phosphate regime of meadow chernozem-like soil]. *Plodorodie* [Fertility], no. 2 (125), pp. 40-43.
10. Bortnik, T.Yu., Artyushkin, V.F., Karpova, A.Yu. (2021). *Structural analysis of the productivity sample on a variety of factors characterizing soil fertility (a possible approach to the solution)*. *IOP Conference Series; Earth and Environmental Science*, vol. 862. The VIII Congress of the Dokuchaev Soil Science Society. 19-24 July 2021, Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation.
11. Titova, V.I. (2017). *K voprosu o ratsional'nom ispol'zovanii pochv s ochen' vysokim soderzhaniiem fosfora v intensivnom zemledelii* [On the rational use of soils with very high phosphorus content in intensive agriculture]. *Agrokhimicheskii vestnik* [Agrochemical herald], no. 1, pp. 2-6.

Информация об авторах:

Титова Вера Ивановна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующая кафедрой агрохимии и агроэкологии Нижегородского государственного агротехнологического университета, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0962-5309>, titovavi@yandex.ru

Борисычев Иван Александрович, аспирант кафедры агрохимии и агроэкологии Нижегородского государственного агротехнологического университета, заместитель директора по производству Центра агрохимической службы «Нижегородский», ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-1575-9599>, ivan_borisychev@mail.ru

Information about the authors:

Vera I. Titova, doctor of agricultural sciences, professor, head of the department of agrochemistry and agroecology of Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-0962-5309>, titovavi@yandex.ru

Ivan A. Borisychev, postgraduate student of the department of agrochemistry and agroecology of Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, deputy director for production of the Agrochemical Service Center "Nizhegorodsky", ORCID: <http://orcid.org/0009-0006-1575-9599>, ivan_borisychev@mail.ru

✉ ivan_borisychev@mail.ru

ЖУРНАЛЫ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ЭЛЕКТРОННАЯ НАУКА»



Международный журнал прикладных наук и технологий «INTEGRAL» издается 6 раз в год.

- Стратегический научный партнер журнала «Государственный университет по землеустройству».
- **INTEGRAL** цитируется в РИНЦ, Google Scholar, КиберЛенинке.
- Научным публикациям присваивается международный **цифровой индикатор DOI**.
- Журнал участник программы **открытого доступа** к научным публикациям.

Контакты: <https://e-integral.ru>, e-science@list.ru

