



Научная статья

УДК 631.417

DOI: 10.36718/1819-4036-2022-2-3-11

Ирина Александровна Захарова^{1✉}, Харис Садрейевич Юмашев²^{1,2} Челябинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства, Челябинск, Россия^{1,2} chniisx2@mail.ru**ИЗМЕНЕНИЕ ГУМУСНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ
В РЕЗУЛЬТАТЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Программа мониторинга земель сельскохозяйственного назначения предусматривает контроль за гумусным состоянием исследуемых угодий, которое является интегрированным показателем естественного плодородия почвы. В статье представлены результаты исследований по изменению содержания гумуса, азота общего, фракционно-группового состава гумуса. По данным анализов, проведенных в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ», на всех подтипах черноземных почв области отмечено меньшее содержание гумуса на пашне по сравнению с целинными аналогами. Таким образом, разница между целиной и пашней в первом туре составляла в черноземах выщелоченных 1,02 %, обыкновенных 2,16 и южных 1,24 %, к шестому туру эти различия составляли 3,5; 2,88 и 1,79 % соответственно. Произошло незначительное увеличение запасов гумуса на целине чернозема выщелоченного и обыкновенного. Содержание общего азота возросло на целине чернозема выщелоченного на 39,5 %, чернозема обыкновенного на 45,4 %. По нашему мнению, это связано с поступлением в почву большого количества органического вещества в виде опада фитомассы растений. Увеличению содержания общего азота на пашне способствуют климатические факторы, а также поступление в почву послеуборочных остатков в результате применения минимальной технологии выращивания зерновых культур. Результаты анализов фракционно-группового состава гумуса показали, что в большинстве типов почв в составе гумуса преобладают гуминовые кислоты. В черноземах южных содержание фульвокислот выше, чем гуминовых. Данные по оптической плотности показывают, что выщелоченные черноземы имеют очень высокую оптическую плотность, это указывает на преобладание в составе гумуса зрелых гуминовых кислот. В составе гумусовых веществ чернозема южного карбонатного преобладают фульвокислоты, а отношение $S_{гк}:S_{фк}$ не превышает 1. У данного типа почв более низкая оптическая плотность гуминовых кислот.

Ключевые слова: гумусное состояние, мониторинг почв сельскохозяйственного назначения, черноземные почвы, естественное плодородие, фракционно-групповой состав, сравнительный анализ, органическое вещество, целинные угодья, пахотные угодья

Для цитирования: Захарова И.А., Юмашев Х.С. Изменение гумусного состояния черноземных почв Челябинской области в результате сельскохозяйственного использования // Вестник КрасГАУ. 2022. № 2. С. 3–11. DOI: 10.36718/1819-4036-2022-2-3-11.

Irina Alexandrovna Zakharova^{1✉}, Kharis Sadreyevich Yumashev²^{1,2} Chelyabinsk Research Institute of Agriculture, Chelyabinsk, Russia^{1,2} chniisx2@mail.ru

CHERNOZEM HUMUS STATE CHANGE OF THE CHELYABINSK REGION AS AN AGRICULTURAL USE RESULT

The agricultural land monitoring program provides for monitoring the humus state of the studied lands, which is an integrated indicator of the natural soil fertility. The paper presents the results of studies on changes in the content of humus, total nitrogen, fractional-group composition of humus. According to analyzes carried out at the Chelyabinsk Research Institute of Agriculture, all subtypes of chernozem soils in the region showed a lower humus content on arable land compared to virgin analogs. Thus, the difference between virgin land and arable land in the first round was 1.02 % in leached chernozems, 2.16 % in ordinary and southern ones, 1.24 %, by the sixth round these differences were 3.5; 2.88 and 1.79 %, respectively. There was a slight increase in humus reserves in the virgin lands of leached and ordinary chernozem. The content of total nitrogen increased on virgin soil of leached chernozem by 39.5 %, ordinary chernozem by 45.4 %. In our opinion, this is due to the entry into the soil of a large amount of organic matter in the form of plant phytomass litter. An increase in the total nitrogen content on arable land is facilitated by climatic factors, as well as the release of post-harvest residues into the soil as a result of the application of the minimum technology for growing grain crops. The results of analyzes of the fractional-group composition of humus showed that in most types of soils, humic acids predominate in the composition of humus. In the southern chernozems, the content of fulvic acids is higher than that of humic ones. The data on optical density show that leached chernozems have a very high optical density, which indicates the predominance of mature humic acids in the humus composition. Fulvic acids prevail in the humic substances of southern carbonate chernozem, and the ratio of SGA: SFA. does not exceed 1. This type of soil has a lower optical density of humic acids.

Keywords: *humus state, monitoring of agricultural soils, chernozem soils, natural fertility, fractional-group composition, comparative analysis, organic matter, virgin lands, arable lands*

For citation: Zakharova I.A., Yumashev K.S. Chernozem humus state change of the Chelyabinsk Region as an agricultural use result // Bulliten KrasSAU. 2022;(2):3–11. (In Russ.). DOI: 10.36718/1819-4036-2022-2-3-11.

Введение. Земля, как природное тело и главное средство производства сельскохозяйственной продукции, представляет собой сложную, постоянно меняющуюся динамическую систему. Между основными агрохимическими свойствами почвы и урожайностью возделываемых на ней культур существует прямая корреляция [1]. В современных системах земледелия принято соблюдать балансый принцип поступления и выноса элементов питания, прихода и расхода в почве запасов органического вещества [2].

Мониторинг земель – важнейший неотъемлемый раздел системы мер общегосударственного значения, направленных на сохранение плодородия почв, предупреждение ее деградации и техногенного загрязнения, без него невозможно планировать технологию производства растениеводческой продукции, определять стратегию в земледелии [3].

Расположение Челябинской области, разнообразие рельефа, геологических, гидрологических и климатических условий обусловили неоднородность почвенного покрова [4, 5]. Земли сельскохозяйственного назначения области размещены преимущественно на почвах черноземного типа, представленных черноземами выщелоченными (39,3 %), обыкновенными (28,8 %) и южными (3,6 %).

Челябинская область одна из первых в Российской Федерации с 1993 г. начала работу по расширенной программе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения с охватом всех основных подтипов зональных почв. Полученные данные используются в разработке севооборотов и систем удобрений, на их основе составляются долгосрочные прогнозы изменения показателей почвенного плодородия и продуктивности агроценозов.

Цель исследования – провести анализ гумусного состояния черноземных почв Челябинской области на примере разрезов, заложенных по данной программе.

Объекты и методы. В качестве объекта исследования были выбраны почвенные разрезы, расположенные в двух природно-сельскохозяйственных зонах Челябинской области: северная лесостепная зона (чернозем выщелоченный, чернозем обыкновенный); степная зона (чернозем южный карбонатный). Челябинским НИИСХ ведется локальный мониторинг земель сельскохозяйственного назначения. Почвенные образцы с глубины 0–20 см отбирались с пяти прикопок вокруг разрезов с учетом типичности почвенного покрова. Прикопки на пашне и целине располагаются равномерно для наиболее полной и точной характеристики агрохимического состояния исследуемого угодья. Данные анализов почвенных образцов подвергаются статистической обработке на персональном компьютере по программе Snedecor. Виды и методы химических анализов почвенных образцов, предусмотренных программой мониторинга, в полной мере отвечают поставленным целям и задачам, позволяют получать информацию об изменениях параметров плодородия почв. Азот общий определяли методом индофенольной зелени по ГОСТ 26107-84; общий гумус – по Тюрину в модификации Симакова по ГОСТ 26213-91; групповой состав гумуса – по Кононовой-Бельчиковой, фракционный состав гумуса – по Тюрину в модификации Пономаревой и Плотниковой.

Результаты и их обсуждение

Содержание гумуса. Содержание в почве гумуса – устойчивый показатель, от которого зависят агрофизические и агрохимические свойства почвы, состояние ее биологической активности. Запасы гумуса обусловлены уровнем культуры земледелия, количеством возвращаемых в почву органических веществ, эрозийными процессами [6]. Резкое сокращение поголовья скота и уменьшение в связи с этим выхода навоза, а также высокая энергозатратность его приготовления, хранения и внесения не позволяют в настоящее время широко использовать этот традиционный вид органического удобрения для восполнения запасов гумуса в почвах.

Гумусное состояние основных подтипов почв Челябинской области по программе мониторинга земель сельскохозяйственного назначения изучается с 1993 г., интервал наблюдений 10 лет. В статье представлены данные с I по VI тур исследований.

По данным анализов, проведенных в ФГБНУ «Челябинский НИИСХ» на всех типах черноземных почв области, отмечено меньшее содержание гумуса на пашне по сравнению с целинными аналогами (табл. 1). При этом разница между целиной и пашней в первом туре составляла: в черноземах выщелоченных – 1,02 %; обыкновенных – 2,16 и южных – 1,24 %, к шестому туру эти различия составляли 3,5; 2,88 и 1,79 % соответственно.

Таблица 1

Изменение содержания гумуса в черноземных почвах в зависимости от типа угодья в слое 0–20 см по турам мониторинга земель сельскохозяйственного назначения

Подтип почвы	Тип угодья	Содержание гумуса, %					
		I тур (1993–1994 гг.)		IV тур (2008 г.)		VI тур (2019–2020 гг.)	
		$\bar{X} \pm S_x$	V, %	$\bar{X} \pm S_x$	V, %	$\bar{X} \pm S_x$	V, %
Чернозем выщелоченный	Целина	7,68±0,23	9,5	8,28±0,41	5,1	9,46±0,31	4,0
	Пашня	6,70±0,09	4,2	6,17±0,36	4,2	5,97±0,22	4,6
Чернозем обыкновенный	Целина	8,27±0,16	6,1	8,49±0,82	6,3	8,68±0,71	7,8
	Пашня	6,11±0,11	5,9	6,78±0,60	4,4	5,80±0,37	7,5
Чернозем южный	Целина	4,96±0,10	6,5	4,32±0,65	6,6	4,82±0,12	3,7
	Пашня	3,72±0,09	8,2	3,92±0,73	8,0	3,03±0,127	5,3

Следовательно, обработка почвы в течение продолжительного периода времени приводит к усилению процессов минерализации органического вещества и, как следствие, к существенному ухудшению гумусного состояния почвы. Изменение гумусированности почв от первого к шестому туру исследований обусловлено в основном количеством поступающего в почву свежего органического вещества, а также прижизненными корневыми выделениями степного фитоценоза [7]. Отмечается заметное увеличение запасов гумуса на целине чернозема выщелоченного (с 7,68 до 9,46 %), что можно объяснить снижением объемов отчуждения биомассы лугового биоценоза, вызванного повсеместным снижением поголовья скота как в общественном секторе, так и частном. На других типах черноземных почв содержание гумуса за исследуемый период практически не изменилось.

На пашне всех подтипов черноземных почв продолжается снижение природных запасов гумуса, несмотря на то, что в земледелии ре-

гиона активно внедряются ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур (оставление соломы и пожнивных остатков) [8].

Содержание азота общего. Общий азот в почвах представлен в основном органическими соединениями, и его содержание предопределяется объемами поступающего в почву органического вещества [9].

Содержание азота общего в черноземных почвах области, как на пашне, так и на целине, подвержено значительным колебаниям. Если в первом туре обследования содержание общего азота в почвах было практически равным и не зависело от типа угодья, то к шестому туру запасы общего азота на целинных аналогах исследуемых подтипов почв значительно возросли, особенно в черноземах выщелоченных и обыкновенных: на 39,5 и 45,4 % соответственно (табл. 2).

Таблица 2

Изменение содержания азота общего в черноземных почвах в зависимости от типа угодья в слое 0–20 см по турам мониторинга земель сельскохозяйственного назначения

Подтип почвы	Тип угодья	Содержание азота общего, %					
		I тур (1993–1994 гг.)		IV тур (2008 г.)		VI тур (2019–2020 гг.)	
		X+S _x	V, %	X+S _x	V, %	X+S _x	V, %
Чернозем выщелоченный	Целина	0,241±0,03	4,3	0,345±0,03	2,7	0,400±0,03	8,8
	Пашня	0,232±0,03	3,5	0,232±0,03	3,5	0,232±0,03	3,5
Чернозем обыкновенный	Целина	0,248±0,09	12,1	0,400±0,04	6,9	0,550±0,03	5,2
	Пашня	0,244±0,09	12,3	0,335±0,02	4,6	0,365±0,01	3,8
Чернозем южный	Целина	0,246±0,02	3,1	0,290±0,02	7,7	0,265±0,03	15,8
	Пашня	0,244±0,03	4,2	0,350±0,04	7,8	0,225±0,04	13,2

На пашне в исследуемых подтипах почв содержание азота общего было контрастным: в черноземах выщелоченных и южных к шестому туру оно не изменилось; в черноземах обыкновенных практически удвоилось, что можно объяснить более высокими объемами ежегодно поступающего свежего органического вещества в виде пожнивно-корневых остатков.

Гумусное состояние почв характеризуется большим набором показателей, отражающих уровни накопления гумуса в почве, качественный состав и т. д. Из общего набора показателей в данной статье приводятся данные по содержанию, запасам гумуса и обогащенности

углерода азотом. Запасы гумуса в пахотном слое почвы дают наиболее полное представление о темпах гумусонакопления. Целинные почвы повсеместно обладают более высокими запасами гумуса, нежели пахотные. Исключение составляют выщелоченные черноземы, где запасы гумуса на пашне в первом туре обследования были выше, чем на целине, хотя по темпам накопления они находятся на одном уровне. К шестому туру обследования запасы гумуса на целинных аналогах черноземов выщелоченных и обыкновенных возросли, в то время как в южных снизились. На пахотных почвах во всех подтипах черноземных почв валовые запасы

гумуса снизились, это обусловлено усиленной минерализацией органического вещества в результате обработки почвы [10].

Обогащенность гумуса азотом показывает наличие в почве резерва минерального азота. Результаты наших расчетов показали очень низкую обогащенность гумуса азотом в выщелоченных черноземах в первом туре обследования независимо от типа угодья, к шестому туру обогащенность гумуса азотом возросла до низкого и среднего уровня (табл. 3).

Фракционно-групповой состав. Изменения в гумусном состоянии почвы в результате длительного сельскохозяйственного использования выражаются в усилении фульватности гумуса, уменьшении гуминовых кислот и значительном снижении агрессивности фульвокислот. Поэтому важным показателем оценки гумусного состояния почв является определение фракционно-группового состава гумуса [11, 12].

Групповой и фракционный состав гумуса черноземных почв области, представленный в таблице 4, показывает закономерную изменчивость его в зонально-генетическом ряду почв.

В выщелоченных и обыкновенных черноземах в составе гумуса преобладают гуминовые кислоты, в то время как в южных черноземах преобладают фульвокислоты; отношение $S_{гк} : S_{фк}$ в выщелоченных и обыкновенных черноземах выше 1, в южных ниже (табл. 4). Оптическая плотность гуминовых кислот в черноземах выщелоченных и обыкновенных сверхвысокая, в южных низкая. Принципиальных различий в групповом составе гумуса по турам обследования не отмечено. По типам угодья выявлены различия в составе гуминовых кислот. Если в первом туре различия были незначительны, то ко второму и четвертому туру в обыкновенных и южных черноземах установлено превышение доли гуминовых кислот на пашне по отношению

к целине, что отчасти можно объяснить переходом на ресурсосберегающие технологии возделывания зерновых культур (в частности, оставление соломы на полях).

Количественной мерой типа гумуса служит отношение углерода гуминовых кислот к фульвокислотам. В исследуемых типах черноземных почв тип гумуса в выщелоченных и обыкновенных черноземах фульватно-гуматный, а в южных гуматно-фульватный.

Фракционный состав гумуса характеризует распределение веществ, входящих в те или иные группы почвенного гумуса по формам их соединений с минеральными компонентами почвы.

В черноземных почвах Челябинской области общим для всех подтипов является преобладание во фракционном составе гуминовых кислот первых двух фракций, это свободные и связанные с подвижными полуторными окислами и кальцием фракции. В составе фульвокислот в основном представлены 2 и 3 фракции, которые связаны с фракцией 2 и 3 гуминовых кислот (табл. 4).

По турам обследования выявлено возрастание общего количества гуминовых кислот в IV туре обследования. Тем не менее закономерности, установленные в I туре, сохранились. К IV туру обследования снизилась доля фульвокислот. Четкая закономерность установлена по типам угодья – на целинном аналоге черноземной почвы выявлено увеличение содержания гуминовых и фульвокислот первой фракции, состоящей из свободных и связанных с подвижными полуторными окислами гумусовых кислот. В составе гуминовых кислот к IV туру обследования возросла доля второй фракции гуминовых кислот на пашне по отношению к целине (табл. 4).

Гумусное состояние черноземных почв Челябинской области

Подтип почвы	Тип угодья	Содержание гумуса, %	Уровень	Запасы гумуса, т/га	Уровень	Обогащенность гумуса азотом, C:N	Уровень
I тур обследования (1993–1994 гг.)							
Чернозем выщелоченный	Целина	7,68±0,23	Средний	164,4	Высокий	18,5	Очень низкий
	Пашня	6,70±0,09	Средний	180,9	Высокий	16,8	Очень низкий
Чернозем обыкновенный	Целина	8,27±0,16	Высокий	160,4	Высокий	19,3	Очень низкий
	Пашня	6,11±0,11	Средний	124,6	Средний	14,5	Очень низкий
Чернозем южный	Целина	4,96±0,10	Ниже среднего	120,0	Средний	11,7	Низкий
	Пашня	3,72±0,09	Низкий	100,4	Средний	8,8	Средний
IV тур обследования (2008 г.)							
Чернозем выщелоченный	Целина	8,28±0,41	Высокий	177,2	Высокий	13,9	Низкий
	Пашня	6,17±0,36	Средний	166,6	Высокий	15,4	Очень низкий
Чернозем обыкновенный	Целина	8,49±0,82	Высокий	164,7	Высокий	12,3	Низкий
	Пашня	6,78±0,60	Средний	138,3	Средний	11,7	Средний
Чернозем южный	Целина	4,32±0,65	Ниже среднего	104,5	Средний	8,6	Средний
	Пашня	3,92±0,73	Низкий	105,8	Средний	6,5	Высокий
VI тур обследования (2019–2020 гг.)							
Чернозем выщелоченный	Целина	9,46±0,31	Высокий	202,4	Очень вы-сокий	13,7	Низкий
	Пашня	5,97±0,22	Ниже среднего	161,2	Высокий	14,9	Средний
Чернозем обыкновенный	Целина	8,68±0,71	Высокий	168,4	Высокий	9,2	Низкий
	Пашня	5,80±0,37	Ниже среднего	118,3	Средний	9,2	Средний
Чернозем южный	Целина	4,82±0,12	Ниже среднего	116,6	Средний	10,6	Средний
	Пашня	3,03±0,12	Низкий	81,8	Низкий	7,8	Низкий

Групповой и фракционный состав гумуса черноземных почв Челябинской области

Подтип почвы	Тип угодья	Собщ. в почве, %	Фракция гуминовых кислот				Сумма	Фракция фульвокислот				Сумма фракций ГК+ФК	$\frac{С_{ГК}}{С_{ФК}}$	Оптическая плотность
			1		3			1		3				
			1	2	3	Сумма		1а	1	2	3			
I тур обследования (1993 г.)														
Чернозем выщелоченный	Целина	4,58	8,3	15,3	5,2	28,8	2,0	3,4	10,4	11,0	26,8	45,6	1,1	0,36
	Пашня	3,94	6,6	17,1	4,8	28,5	2,3	3,5	11,4	9,0	26,2	54,7	1,1	0,32
Чернозем обыкновенный	Целина	4,73	4,3	19,5	8,7	32,5	3,7	6,4	9,1	7,0	26,2	58,7	1,2	0,31
	Пашня	3,52	3,7	23,8	9,8	37,3	3,4	6,1	10,4	6,6	26,5	63,8	1,4	0,29
Чернозем южный	Целина	2,95	2,3	10,4	4,5	17,2	3,3	0,2	6,4	13,1	23,0	40,2	0,7	0,07
	Пашня	2,26	2,1	4,9	6,5	13,5	3,6	-	16,3	12,6	31,6	45,1	0,4	0,06
II тур обследования (1998 г.)														
Чернозем выщелоченный	Целина	4,04	8,54	24,6	8,5	41,6	1,8	6,3	9,0	8,0	25,1	66,7	1,7	0,39
	Пашня	3,61	8,12	26,7	10,7	45,5	1,7	5,1	5,7	4,9	17,4	62,9	2,6	0,35
Чернозем обыкновенный	Целина	4,65	6,50	20,0	12,5	39,0	2,8	4,2	6,4	7,0	20,4	59,4	1,9	0,34
	Пашня	3,80	3,80	25,7	8,9	38,4	1,6	6,2	5,8	10,5	24,1	62,5	1,6	0,32
Чернозем южный	Целина	2,95	1,60	5,8	6,9	14,3	3,5	1,3	8,3	10,1	23,2	37,5	0,6	0,06
	Пашня	2,24	1,16	12,5	6,3	20,0	4,6	0,5	6,6	14,4	26,1	46,1	0,8	0,06
IV тур обследования (2008 г.)														
Чернозем выщелоченный	Целина	4,67	6,5	24,6	11,1	42,2	2,4	9,1	1,4	2,8	15,7	57,9	2,7	0,38
	Пашня	3,58	4,8	32,2	13,1	50,1	2,8	7,5	1,4	2,2	13,9	64,0	3,6	0,35
Чернозем обыкновенный	Целина	5,30	2,8	21,9	8,1	32,8	3,2	9,1	3,0	7,4	22,7	55,5	1,4	0,35
	Пашня	3,93	4,8	23,6	7,3	35,7	3,6	5,0	7,5	8,3	24,4	60,1	1,5	0,34
Чернозем южный	Целина	2,80	2,6	9,9	7,7	20,2	4,0	0,8	4,5	10,0	19,3	39,5	1,0	0,08
	Пашня	2,38	3,6	12,7	8,0	24,3	4,4	0,2	4,2	6,0	14,8	39,1	1,6	0,07

Заключение. Содержание гумуса в исследуемых типах черноземных почв за период сельскохозяйственного использования изменилось: в первом туре обследования разница между целиной и пашней составляла от 15 до 35 %, к шестому туру эта разница возросла до 50 %, причем наиболее заметное различие отмечено в черноземах выщелоченных и южных. Отмечается заметное увеличение запасов гумуса на целине чернозема выщелоченного (с 7,68 до 9,46 %). Показатели содержания азота общего более стабильны, тем не менее в целинных аналогах черноземов выщелоченных и обыкновенных к шестому туру его запасы заметно возросли: на 39,5 и 45,4 % соответственно. Групповой и фракционный состав гумуса черноземных почв области показывает закономерную изменчивость его в зонально-генетическом ряду почв: в выщелоченных и обыкновенных черноземах в составе гумусовых веществ преобладают гуминовые кислоты, в южных – фульвокислоты. Выщелоченные и обыкновенные черноземы имеют более высокую оптическую плотность по отношению к южным, тип гумуса у них фульватно-гуматный, а в южных гуматно-фульватный.

Список источников

1. Булгаков Д.С. Агроэкологическая оценка пахотных почв. М., 2002. 252 с.
2. Орлов Д.С., Бiryukova O.N. Система показателей гумусного состояния почв // Методы исследований органического вещества почв. М.: Россельхозакадемия, 2005. С. 6–17.
3. Кушниренко Ю.Д. Агрохимические аспекты повышения эффективного плодородия южноуральских черноземов // Проблемы уральских черноземов: сб. науч. тр. / ЧНИИСХ. Челябинск, 1993. С. 87–112.
4. Трансформация черноземных почв Челябинской области в процессе сельскохозяйственного использования / В.Н. Брагин [и др.] // Состояние почв Центрального Черноземья России и проблемы воспроизводства их плодородия: сб. науч. докл. Всерос. науч.-практ. конф. Воронеж, 2015. С. 242–246.
5. Сенькова Л.А. Состояние почв агроландшафтов Южного Урала в среде антропогенного воздействия и проблема их использования // Наука и технологии: тр. 28-й Российской школы. М.: РАН, 2008. Т. 2. С. 244–250.

6. Бiryukova O.N., Орлов Д.С. Содержание и состав гумуса в основных типах почв России // Почвоведение. 2004. № 2. С. 171–188.
7. Семенов В.М., Когут Б.М. Почвенное органическое вещество. М.: ГЕОС, 2015. 233 с.
8. Рациональное использование земель сельскохозяйственного назначения Челябинской области / В.С. Зыбалов [и др.]. Челябинск: ЮУрГАУ, 2016. 265 с.
9. Кирюшин В.И. Агрономическое почвоведение. М.: Колос, 2010. 687 с.
10. Пономарева В.В., Плотнокова Т.А. Гумус и почвообразование (методы и результаты изучения). Л.: Наука, 1980. 222 с.
11. Кудеяров В.Н. Агрогеохимические циклы углерода и азота в современной земледелии России // Агрохимия. 2019. № 12. С. 3–15.
12. Методы исследований органического вещества почв. М.: Россельхозакадемия, 2005. 521 с.

References

1. Bulgakov D.S. Agro`ekologicheskaya ocenka pahotnyh pochv. M., 2002. 252 s.
2. Orlov D.S., Biryukova O.N. Sistema pokazatelej gumusnogo sostoyaniya pochv // Metody issledovaniy organicheskogo veschestva pochv. M.: Rossel'hozakademiya, 2005. S. 6–17.
3. Kushnirenko Yu.D. Agrohimicheskie aspekty povysheniya `effektivnogo plodorodiya yuzhno-ural'skih chernozemov // Problemy ural'skih chernozemov: sb. nauch. tr. / ChNIISH. Chelyabinsk, 1993. S. 87–112.
4. Transformaciya chernozemnyh pochv Chelyabinskoy oblasti v processe sel'skohozyajstvennogo ispol'zovaniya / V.N. Bragin [i dr.] // Sostoyanie pochv Central'nogo Chernozem'ya Rossii i problemy vosproizvodstva ih plodorodiya: sb. nauch. dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf. Voronezh, 2015. S. 242–246.
5. Sen'kova L.A. Sostoyanie pochv agrolandshaftov Yuzhnogo Urala v srede antropogen-nogo vozdeystviya i problema ih ispol'zovaniya // Nauka i tehnologii: tr. 28-j Rossijskoj shkoly. M.: RAN, 2008. T. 2. S. 244–250.
6. Biryukova O.N., Orlov D.S. Soderzhanie i sostav gumusa v osnovnyh tipah pochv Rossii // Pochvovedenie. 2004. № 2. S. 171–188.
7. Semenov V.M., Kogut B.M. Pochvennoe organicheskoe veschestvo. M.: GEOS, 2015. 233 s.

8. Racional'noe ispol'zovanie zemel' sel'skoho-zyajstvennogo naznacheniya Chelyabinskoy oblasti / V.S. Zybalov [i dr.]. Chelyabinsk: YuUrGAU, 2016. 265 s.
9. *Kiryushin V.I.* Agronomicheskoe pochvovedenie. M.: Kolos, 2010. 687 s.
10. *Ponomareva V.V., Plotnikova T.A.* Gumus i pochvoobrazovanie (metody i rezul'taty izucheniya). L.: Nauka, 1980. 222 s.
11. *Kudeyarov V.N.* Agrogeohimicheskie cikly ugleroda i azota v sovremennom zemledelii Rossii // Agrohimiya. 2019. № 12. S. 3–15.
12. *Metody issledovaniy organicheskogo veshchestva pochv.* M.: Rossel'hozacademiya, 2005. 521 s.

Статья принята к публикации 13.10.2021 / The article accepted for publication 13.10.2021.

Информация об авторах:

Ирина Александровна Захарова, и.о. заведующего лабораторией агрохимии, мониторинга земель и массовых анализов

Харис Садрейевич Юмашев, ведущий научный сотрудник лаборатории агрохимии, мониторинга земель и массовых анализов

Information about the authors:

Irina Alexandrovna Zakharova, Acting Head of the Laboratory of Agrochemistry, Land Monitoring and Mass Analysis

Kharis Sadreyevich Yumashev, Leading Researcher at the Laboratory of Agrochemistry, Land Monitoring and Mass Analysis

