

## СОДЕРЖАНИЕ ПОДВИЖНОЙ СЕРЫ В ПОЧВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ УГОДИЙ УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Черкасов Евгений Андреевич**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, директор  
**Лобачев Денис Александрович**<sup>1</sup>, кандидат сельскохозяйственных наук, зам. директора  
**Захарова Дарья Александровна**<sup>2</sup>, аспирант кафедры «Почвоведение, агрохимия и агроэкология»

<sup>1</sup> ФГБУ «САС «Ульяновская»

432025, г. Ульяновск, ул. Маяковского, 35; тел.: (8422)46-30-99; e-mail: agrohim\_73@mail.ru

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8(8422)25-95-68; e-mail: agroec@yandex.ru

**Ключевые слова:** агрохимическое обследование почв, подвижная сера, земли сельскохозяйственного назначения

Среди питательных элементов, которые требуются сельскохозяйственным культурам для нормальной жизнедеятельности, сера занимает достойное место. Она принимает участие в протекании важнейших физиологических процессов, таких как фотосинтез и дыхание, углеводный обмен, первичная ассимиляция азота. Достаточная обеспеченность растений серой является основным фактором получения качественного растительного белка. Начиная с 1994 года федеральное государственное учреждение «Станция агрохимической службы «Ульяновская» в составе комплексного мониторинга проводит исследования по определению содержания в почве подвижной серы. В настоящей работе приведены результаты многолетних исследований содержания подвижной серы на сельскохозяйственных угодьях Ульяновской области. Установлено, что более 60 % земель сельскохозяйственного назначения обеспечены элементом в низкой степени. Наибольшее количество серы содержится в пахотных почвах МО Новоспасский – 6,04 мг/кг, Тереньгульский – 6,62 мг/кг и Мелекесский – 6,70. Пахотные почвы этих муниципальных образований относятся к группе со средним содержанием серы. При этом для всех видов сельскохозяйственных угодий региона в период с 01.01.2005 до 01.01.2017 г. характерно увеличение доли почв с низким содержанием подвижной серы: для почв пашни и пастбищ в 1,2 раза, залежи – 1,3 раза, сенокосов – 1,5 раза, многолетних насаждений – 1,9 раза и в целом по сельскохозяйственным угодьям – 1,2 раза. В связи с этим сельскохозяйственным товаропроизводителям Ульяновской области необходимо обратить внимание на обеспеченность почв серой и в районах с низким ее содержанием восполнять дефицит элемента внесением серосодержащих удобрений.

### Введение

Среди питательных элементов, которые требуются сельскохозяйственным культурам для нормальной жизнедеятельности, сера занимает достойное место. Она принимает участие в протекании важнейших физиологических процессов, таких как фотосинтез и дыхание, углеводный обмен, первичная ассимиляция азота, образование пигментов (хлорофилла и каротиноидов), синтез некоторых витаминов, ферментов, эфирных масел, ряда макроэргических компонентов, является неотъемлемой частью белковой молекулы [1–4].

Достаточная обеспеченность растений серой является основным фактором получения качественного растительного белка. От уровня ее поступления в растения зависит структура, функционирование и взаимодействие белковых соединений в листьях и семенах [5, 6].

Общее содержание серы в почвах варьирует от 0,001 до 0,1 %, представлена она в виде органических и минеральных соединений. Распределение валовых запасов элемента по профилю почв различных типов имеет свои осо-

бенности и зависит от содержания гумусовых веществ и распространения фракций механических элементов [7].

Растения усваивают серу отчасти из атмосферы, и главным образом, в виде сульфатионов, поглощение которых начинается в зоне корневых волосков, а также с низкомолекулярными неспецифическими органическими соединениями почвы. Содержание последних в корнеобитаемом горизонте, как правило, достаточно низкое, и поэтому обеспеченность почв серой оценивают по концентрации сульфатной формы [1, 8].

На уровень накопления элемента в почвах сельскохозяйственных угодий оказывают влияние их генезис, интенсивность и способы обработки, состав и содержание органических веществ, гранулометрический состав, водно-воздушный режим, кислотно-основные свойства и т. д. [1, 9–12].

Учитывая важную роль серных соединений в формировании урожайности и качественных показателей растениеводческой продукции, федеральное государственное учреждение

«Станция агрохимической службы «Ульяновская» с 1994 года стало проводить в составе комплексного мониторинга исследования по определению содержания в почве подвижной серы. Изучение концентрации указанного элемента проводится в соответствии с методикой, рекомендованной ГНУ ВНИИА им. Д.Н. Прянишникова (ЦИНАО) [13].

Среди обследованных почв сельскохозяйственных угодий преобладают почвы с низкой обеспеченностью подвижной серой и составляют на 1 января 2017 года 1295,3 тыс. га. За период с 01.01.2005 по 01.01.2017 гг. наблюдается увеличение их доли с 62,1 до 74,4 % в общей структуре обследованной площади (рис. 1, рис. 2). При этом уменьшается с 25,1 до 21,2 % доля почв со средней обеспеченностью подвижными формами элемента, с 12,8 до 4,4 % – с высокой степенью.

Согласно сводной ведомости обследования пахотных почв, среди них преобладают почвы I группы (таблица 1), их площадь на 1 января 2017 года составляет 1032,5 тыс. га. За период с 01.01.2005 по 01.01.2017 наблюдается увеличение доли таких почв с 62,5 до 74,2 % в общей структуре обследованной площади пашни. При этом уменьшается с 25,8 до 21,9 % доля почв II группы, с 11,7 до 3,9 % – III группы обеспеченности [14].

Средневзвешенное содержание серы в пахотных почвах на начало VIII цикла обследования составило 5,62 мг/кг, на 01.01.2017 – 4,68 мг/кг, что свидетельствует о низкой обеспеченности почв области рассматриваемым элементом.

Наиболее низкое средневзвешенное содержание подвижной серы наблюдается в пахотных почвах Западной микрзоны Ульяновской области и составляет 3,63 мг/кг. Из 251,2 тыс. га обследованной площади 227,8 тыс. га, или 90,8 %, приходится на почвы с низкой обеспеченностью элементом.

В почвах Центральной и Заволжской микрзон региона значение показателя составляет 4,68 и 4,90 мг/кг соответственно. Из 449,0 и 359,1 тыс. га обследованной площади на долю низко обеспеченных серой почв приходится 345,9 и 256,6 тыс. га, или 75,0 и 71,5 % соответственно.

Средневзвешенное значение серы в почвах Южной микрзоны составляет 5,37 мг/кг. Из 320,8 тыс. га обследованной площади на долю почв I группы приходится 202,0 тыс. га, или 63,0 %.

Таким образом, по состоянию на 1 января 2017 года средневзвешенное содержание серы в пахотных почвах Центральной микрзоны равно

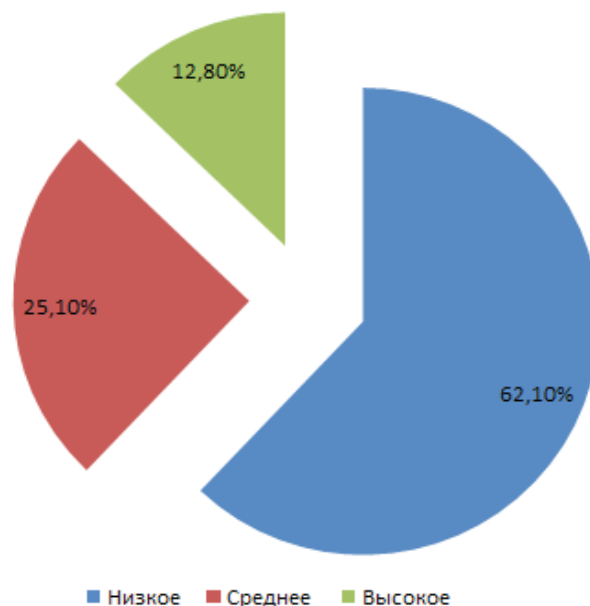


Рис. 1 – Группировка почв по содержанию серы в почвах сельскохозяйственных угодий Ульяновской области на 01.01.2005 г.

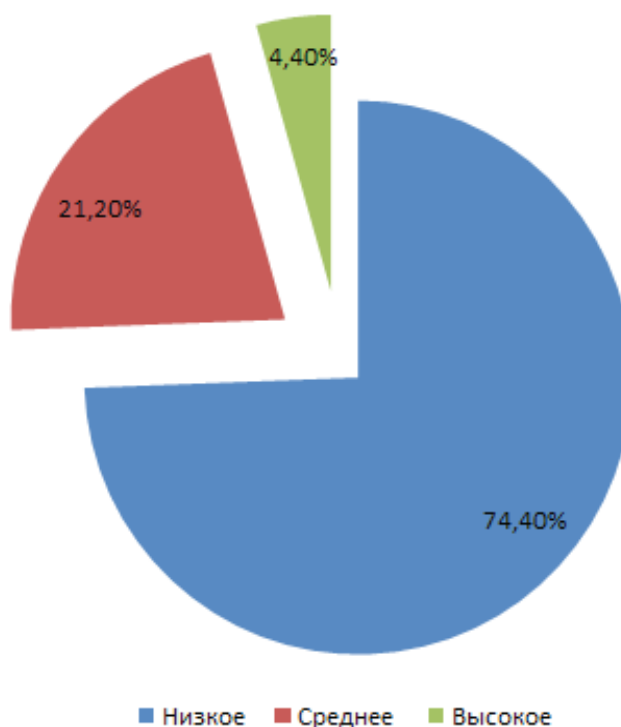


Рис. 2 – Группировка почв по содержанию серы в почвах сельскохозяйственных угодий Ульяновской области на 01.01.2017 г.

Таблица 1

## Содержание серы в пахотных почвах Ульяновской области

Наименование микрозон и районов Ульяновской области	Год обследования	Обследованная площадь, тыс. га	Средневзвешенное содержание, мг/кг	Группировка почв по содержанию серы					
				I		II		III	
				Низкое		Среднее		Высокое	
				тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Центральная		<b>461,2</b>	<b>4,68</b>	<b>345,9</b>	<b>75,0</b>	<b>100,2</b>	<b>21,7</b>	<b>15,1</b>	<b>3,3</b>
Кузоватовский	2007	79,0	3,62	71,4	90,4	6,7	8,5	0,9	1,1
Майнский	2010	107,5	3,91	93,2	86,7	10,8	10,0	3,5	3,3
Сенгилеевский	2016	38,3	4,15	34,9	91,1	3,1	8,1	0,3	0,8
Теренгульский	2015	85,2	6,62	35	41,1	48,8	57,3	1,4	1,6
Ульяновский	2005	61,6	4,31	49,7	80,7	9,1	14,8	2,8	4,5
Цильнинский	2005	75,5	5,37	48,9	64,8	20,6	27,3	6	7,9
г. Ульяновск	2005	14,1	3,60	12,8	90,8	1,1	7,8	0,2	1,4
Западная		<b>251,2</b>	<b>3,63</b>	<b>227,8</b>	<b>90,8</b>	<b>17,9</b>	<b>7,1</b>	<b>5,3</b>	<b>2,1</b>
Базарносызганский	2006	24,5	3,42	22,9	93,5	1,4	5,7	0,2	0,8
Барышский	2006	38,3	3,27	36,7	95,8	1,4	3,7	0,2	0,5
Вешкаймский	2008	38,7	3,17	37,7	97,4	0,9	2,3	0,1	0,3
Инзенский	2006	31,0	3,88	26,8	86,5	3,6	11,6	0,6	1,9
Карсунский	2008	51,0	3,38	48,1	94,3	2,3	4,5	0,6	1,2
Сурский	2010	67,7	4,23	55,6	82,4	8,3	12,3	3,6	5,3
Южная		<b>320,8</b>	<b>5,37</b>	<b>202</b>	<b>63,0</b>	<b>105</b>	<b>32,7</b>	<b>13,8</b>	<b>4,3</b>
Новоспасский	2014	41,2	6,04	22,1	53,6	16	38,8	3,1	7,5
Николаевский	2011	85,3	5,73	48,5	56,9	33,5	39,3	3,3	3,9
Радищевский	2013	81,8	5,76	46,1	56,4	32,4	39,6	3,3	4,0
Павловский	2012	55,4	3,75	49,2	88,8	5	9,0	1,2	2,2
Старокулаткинский	2012	57,1	5,38	36,1	63,2	18,1	31,7	2,9	5,1
Заволжская		<b>359,1</b>	<b>4,90</b>	<b>256,6</b>	<b>71,5</b>	<b>82,4</b>	<b>22,9</b>	<b>20,1</b>	<b>5,6</b>
Мелекесский	2009	151,8	6,70	67,6	44,5	67,2	44,3	17	11,2
Новомалыклинский	2006	42,7	4,39	33,7	78,9	7,4	17,3	1,6	3,7
Старомайнский	2008	59,5	3,52	54,8	92,1	3,9	6,6	0,8	1,3
Чердаклинский	2007	105,1	3,29	100,5	95,6	3,9	3,7	0,7	0,7
Итого на 01.01.2017		<b>1392,3</b>	<b>4,68</b>	<b>1032,5</b>	<b>74,2</b>	<b>305,5</b>	<b>21,9</b>	<b>54,3</b>	<b>3,9</b>
Итого на 01.01.2005		<b>1563,3</b>	<b>5,62</b>	<b>977,1</b>	<b>62,5</b>	<b>403,7</b>	<b>25,8</b>	<b>182,5</b>	<b>11,7</b>

значению показателя по региону в целом (4,68 мг/кг), в пахотных почвах Заволжской и Южной микрозон – выше, чем по области, на 0,22 и 0,69 мг/кг соответственно.

Наибольшее количество серы содержится в пахотных почвах МО Новоспасский – 6,04 мг/кг, Теренгульский – 6,62 мг/кг и Мелекесский – 6,70. Пахотные почвы этих муниципальных образований относятся к группе со средним содержанием серы.

Средневзвешенное содержание серы в почвах остальных МО варьирует от 3,17 до 5,38 мг/кг, и эти почвы относятся к группе с низким содержанием серы.

Согласно сводной ведомости обследования залежных почв, среди них преобладают почвы низкообеспеченные подвижной серой (табл. 2), их площадь на 1 января 2017 года составляет

49,2 тыс. га. За период с 01.01.2005 по 01.01.2017 наблюдается заметное увеличение доли таких почв: с 66,8 до 87,2 % в общей структуре обследованной площади залежных земель. При этом уменьшается с 26,7 до 11,0 % доля почв среднеобеспеченных элементом, с 6,5 до 1,8 % – высокообеспеченных.

В соответствии с данными сводной ведомости обследования почв многолетних насаждений среди них преобладают почвы I группы (таблица 3), их площадь на 1 января 2017 года составляет 2,8 тыс. га. За период с 01.01.2005 по 01.01.2017 наблюдается почти двукратное увеличение доли таких почв в общей структуре обследованной площади многолетних насаждений: с 44,1 до 84,8 %. При этом уменьшается с 26,5 до 15,2% доля почв II группы, на 29,4 % – III группы. При этом по состоянию на 1 января 2017 г.

Таблица 2

## Содержание серы в почвах залежи Ульяновской области

Год	Обследованная площадь, тыс. га	Группировка почв по содержанию серы					
		I		II		III	
		низкое		среднее		высокое	
		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
01.01.2005	24,7	16,5	66,8	6,6	26,7	1,6	6,5
01.01.2017	56,4	49,2	87,2	6,2	11,0	1,1	1,8
Градация почв по содержанию серы, мг/кг		<6,00		6,01–12,00		>12,01	

Таблица 3

## Содержание серы в почвах многолетних насаждений Ульяновской области

Год	Обследованная площадь, тыс. га	Группировка почв по содержанию серы					
		I		II		III	
		низкое		среднее		высокое	
		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
01.01.2005	3,4	1,5	44,1	0,9	26,5	1,0	29,4
01.01.2017	3,3	2,8	84,8	0,5	15,2	0,0	0,0
Градация почв по содержанию серы, мг/кг		<6,00		6,01–12,00		>12,01	

Таблица 4

## Содержание серы в почвах сенокосов Ульяновской области

Год	Обследованная площадь, тыс. га	Группировка почв по содержанию серы					
		I		II		III	
		низкое		среднее		высокое	
		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
01.01.2005	31,2	13,7	43,9	7,3	23,4	10,2	32,7
01.01.2017	20,9	14,1	67,5	3,1	14,8	3,7	17,7
Градация почв по содержанию серы, мг/кг		<6,00		6,01–12,00		>12,01	

в структуре обследованных почв многолетних насаждений отсутствуют почвы с содержанием серы более 12,01 мг/кг.

Согласно сводной ведомости обследования почв сенокосов, среди них преобладают почвы с низкой обеспеченностью подвижной серой (таблица 4), их площадь на 1 января 2017 года составляет 14,1 тыс. га. За период с 01.01.2005 по 01.01.2017 наблюдается заметное увеличение доли таких почв: с 43,9 до 67,5 % в общей структуре обследованной площади сенокосов. При этом уменьшается с 23,4 до 14,8 % доля почв со средней обеспеченностью элементом и с 32,7 до 17,7 % – с высокой обеспеченностью.

В соответствии с данными сводной ведомости обследования почв пастбищ среди них преобладают почвы I группы (таблица 5), их

площадь на 1 января 2017 года составляет 196,7 тыс. га. За период с 01.01.2005 по 01.01.2017 наблюдается увеличение доли таких почв с 61,9 до 73,5 % в общей структуре обследованной площади пастбищ. При этом уменьшается с 21,6 до 19,8 % доля почв II группы, с 16,5 до 6,7 % – III группы обеспеченности.

Таким образом, для всех видов сельскохозяйственных угодий Ульяновской области в период с 01.01.2005 до 01.01.2017 г. характерно увеличение доли почв с низким содержанием подвижной серы: для почв пашни и пастбищ в 1,2 раза, залежи – 1,3 раза, сенокосов – 1,5 раза, многолетних насаждений – 1,9 раза и в целом по сельскохозяйственным угодьям – 1,2 раза.

## Выводы

Из вышесказанного следует, что запасы доступной серы в землях сельскохозяйствен-

Содержание серы в почвах пастбищ Ульяновской области

Год	Обследованная площадь, тыс. га	Группировка почв по содержанию серы					
		I		II		III	
		низкое		среднее		высокое	
		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
01.01.2005	318,3	197	61,9	68,7	21,6	52,6	16,5
01.01.2017	267,7	196,7	73,5	53,0	19,8	18,0	6,7
Градация почв по содержанию серы, мг/кг		<6,00		6,01–12,00		>12,01	

ного назначения уменьшаются. В связи с этим сельскохозяйственным товаропроизводителям региона необходимо обратить внимание на обеспеченность почв серой и в районах с низким ее содержанием восполнять дефицит элемента внесением серосодержащих удобрений, чтобы компенсировать естественные процессы выноса данного элемента растениями и вымывание из верхних слоев почвы.

#### Библиографический список

1. Панасин, В.И. Сера и урожай / В.И. Панасин, В.Д. Слобожанинова, Н.В. Лопатина.- Калининград: Изд-во «КГТ», 1990. – 150 с.
2. Действие микроудобрений на урожайность, сбор белка, качество продукции зерновых и зернобобовых культур / А.Н. Аристархов, В. П. Толстоусов, А. Ф. Харитонов [и др.] // *Агрохимия*. – 2010. – № 9. – С. 36–49.
3. Randall, P.J. Sulphur and nitrogen fertilizer effects on wheat / P.J. Randall, K. Spencer, J.R. Freney // *Australian journal of Agric. Research*. – 1981. – V.32. – P. 203–212.
4. Слюсарев, В.Н. Сера в почвах Северо-западного Кавказа (агроэкологические аспекты): монография / В.Н.Слюсарев. – Краснодар: КубГАУ, 2007. – 230 с.
5. Нортон, Р. Значение серы в питании растений / Р. Нортон, Р. Миккельсен, Т. Дженсен // *Питание растений*. – 2014. – № 3. – С. 2-5.
6. Маслова, И.Я. Диагностика и регуляция питания яровой пшеницы серой / И.Я. Маслова. – Новосибирск: В.О. «Наука». Сибирская издательская фирма, 1993. – 124 с.
7. Слущкая, Л.Д. Сера как удобрение / Л.Д. Слущкая // *Агрохимия*. – 1972. – №. 1. – С. 130-143.
8. Аристархов, А. Сера в агроэкосистемах России: мониторинг содержание в почвах и эффективность их применения / А. Аристархов // *Международный сельскохозяйственный журнал*. – 2016. – № 5. – С. 39-47.
9. Аристархов, А.Н. Агрохимия серы / А.Н. Аристархов. – М., 2007. – 272с.
10. Возбуцкая, А.Е. Химия почв / А.Е. Возбуцкая. – М.: Высшая Школа, 1964. – 426 с.
11. Воронков Дмитрий Ильич. Эффективность допосевного внесения порошковидных форм элементарной серы и аммиачной селитры при возделывании яровой пшеницы и ячменя на южных черноземах центральной зоны Оренбургской области: автореф. дис. ... канд. сельскохозяйственных наук: 06.01.04 / Д.И. Воронков. – Оренбург, 2008.- 17 с.
12. Гомонова, Н.Ф. Микроорганизмы как показатели состояния агроэкосистем при длительном применении комплекса удобрений и в их последствии / Н.Ф. Гомонова // *Экологическая агрохимия*. – М.: Изд-во. МГУ, 2008. – С. 140–152.
13. ГОСТ 26490-85 Почвы. Определение рН солевой вытяжки, обменной кислотности, обменных катионов, содержания нитратов, обменного аммония и подвижной серы методами ЦИНАО: сборник ГОСТов. – М.: Издательство стандартов, 1985.
14. Чекмарев, П.А. Почвенные ресурсы Ульяновской области и их современное состояние / П.А. Чекмарев, Е.А.Черкасов // *Фундаментальные и прикладные основы сохранения плодородия почвы и получения экологически безопасной продукции растениеводства*. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с Международным участием. – Ульяновск: ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2017.- 429 с.



## CONTENT OF MOBILE SULFUR IN SOILS OF AGRICULTURAL LANDS OF ULYANOVSK REGION

**Cherkasov E.A.<sup>1</sup>, Lobachev D.A.<sup>1</sup>, Zakharova D.A.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> **FSBI Agrochemical service station» Ulyanovskaya «432025, Ulyanovsk, Mayakovsky st, 35;**

**tel. : (8422) 46-30-99; e-mail: agrohim\_73@mail.ru**

<sup>2</sup> **FSBEI HE Ulyanovsk SAU**

**432017, Ulyanovsk, Novyy Venets Boulevard, 1;**

**tel. : 8 (8422) 25-95-68, e-mail: agroec@yandex.ru**

*Keywords: agrochemical soil examination, mobile sulfur, agricultural land*

Sulfur takes a worthy place among the nutrients that are required for crops for their well-being. It takes part in most important physiological processes such as photosynthesis and respiration, carbohydrate metabolism, primary nitrogen assimilation. Sufficient supply of plants with sulfur is the main factor of obtaining good vegetable protein. The Agrochemical Service Station Ulyanovskaya, has conducted studies to determine the content of mobile sulfur in the soil, as part of integrated monitoring since 1994. This paper presents results of long-term examination of the content of mobile sulfur in agricultural lands of Ulyanovsk region. It is stated that more than 60% of agricultural land has low level of content of this element. The greatest amount of sulfur is found in arable soils of Novospasskiy District- 6.04 mg / kg, Terengul'skiy - 6.62 mg / kg and Melekesskiy - 6.70. Arable soils of these municipalities belong to a group with an average sulfur content. At the same time, for all types of agricultural land in the region in the period from 01.01.2005 to 01.01.2017, an increase in the proportion of soils with a low content of mobile sulfur is typical: for soils of arable land and pastures by 1.2 times, deposits – by 1.3 times, hayfields – by 1.5 times, perennial fields – by 1.9 times and as a whole for agricultural lands – by 1.2 times. In this connection, agricultural producers of the Ulyanovsk region need to pay attention to soil sulfur availability and to fill the deficiency of this element by introducing sulfur-containing fertilizers in the areas with its low content.

### *Bibliography:*

1. Panasin, V.I. Sulfur and harvest / V.I. Panasin, V.D. Slobozhaninova, N.V. Lopatina.- Kaliningrad: Publishing house KGT, 1990. - 150 p.
2. Effect of microfertilizers on yield, protein outcome, quality of grain and leguminous crops / A.N. Aristarkhov, V.P. Tolstousov, A.F. Kharitonov [et al.] // *Agrochemistry*. - 2010. - № 9. - P. 36-49.
3. Randall, P.J. Sulphur and nitrogen fertilizer effects on wheat / P.J. Randall, K. Spencer, J.R. Freney // *Australian journal of Agric. Research*. - 1981. - V.32. - P. 203-212.
4. Slyusarev, V.N. Sulfur in the soils of the North-Western Caucasus (agroecological aspects): monograph / V.N. Slyusarev. - Krasnodar: KubSAU, 2007. - 230 p.
5. Norton, R. The importance of sulfur in plant nutrition / R. Norton, R. Mikkelsen, T. Jensen // *Nutrition of Plants*. - 2014. - № 3. - P. 2-5.
6. Maslova, I.Ya. Diagnostics and nutrition regulation of gray spring wheat / I.Ya. Maslova. - Novosibirsk: V.O. Nauka. Siberian Publishing company, 1993. - 124 p.
7. Slutskaya, L.D. Sulfur as fertilizer / L.D. Slutskaya // *Agrochemistry*. - 1972. - №1. - P. 130-143.
8. Aristarkhov, A. Sulfur in agroecosystems of Russia: monitoring the content in soils and their application effectiveness / A. Aristarkhov // *International Agricultural Journal*. - 2016. - № 5. - P. 39-47.
9. Aristarkhov, A.N. Agrochemistry of sulfur / A.N. Aristarkhov. - M., 2007. - 272p.
10. Vozbutsкая, A.E. Soil chemistry / A.E. Vozbutsкая. - Moscow: Vyshaya shkola, 1964. - 426 p.
11. Voronkov, D.I. Efficiency of pre-sowing application of powdery forms of elemental sulfur and ammonium nitrate in cultivation of spring wheat and barley in southern black soil of the central zone of Orenburg region: the author's abstract of dissertation of Candidate of Agriculture: 06.01.04 / D.I. Voronkov. - Orenburg, 2008. - 17 p.
12. Gomonova, N.F. Microorganisms as indicators of the state of agroecosystems in case of long-term complex fertilizer application and their aftereffect / N.F. Gomonova // *Ecological agrochemistry*. - Moscow: Publishing house of Moscow State University, 2008. - P. 140-152.
13. National state standard 26490-85 Soils. Evaluation of salt extract pH, exchange acidity, exchange cations, nitrate content, exchange ammonium and mobile sulfur by methods of Central Institute of Agrochemical service of Agriculture: collection of National State Standards. - Moscow: Publishing House of Standards, 1985.
14. Chekmarev, P.A. Soil resources of Ulyanovsk region and their up-to-date state / P.A. Chekmarev, E.A. Cherkasov // *Fundamental and applied principles of soil fertility conservation and production of ecologically safe crop production. Materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation*. - Ulyanovsk: FSBEI HE Ulyanovsk SAU, 2017.- 429 p.