ДЕЙСТВИЕ И ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ ДИАТОМИТА И ЕГО СОЧЕТАНИЙ С НАВОЗОМ НА СОДЕРЖАНИЕ ОБЩЕГО УГЛЕРОДА В ПОЧВЕ И УРОЖАЙНОСТЬ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Е.Е. Кузина, кандидат с.-х. наук, доцент, Е.Н. Кузин, доктор с.-х. наук, профессор

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет», г. Пенза, Россия, тел. (8412) 62-83-67, e-mail: alena-kuzina@mail.ru

Цель исследований заключалась в изучении одностороннего действия и последействия диатомита от 2 до 6 т/га и их комплексное действие и последействие с навозом на содержание общего углерода в пахотном слое чернозема выщелоченного и урожайность овощных культур в условиях лесостепи Среднего Поволжья. Исследования проводились в период с 2014 по 2019 гг. Опыт по изучению поставленных вопросов был развернут во времени и на территории. Исследованиями установлено, что на фоне действия и последействия навоза содержание общего углерода превышало исходные значения на 0,075-0,104 %. На вариантах с диатомитом содержание общего углерода по завершении исследований превышало исходные значения на 0,012-0,029 %. Наиболее существенное влияние на накопление общего углерода оказало комплексное действие и последействие диатомита с навозом. Содержание общего углерода на их фоне превышало исходные значения на 0,098-0,122 %. Наивысший эффект по влиянию на урожайность оказало комплексное действие и последействие диатомита и навоза. Урожайность чеснока озимого на фоне их действия и последействия увеличивалась на 39,6-66,2 %, моркови на 29,6-46,9 %, столовой свеклы на 21,0-44,9 %.

Ключевые слова: чернозем выщелоченный, диатомит, навоз, общий углерод, урожайность, чеснок, морковь, столовая свекла.

Введение

В настоящее время одной из основных задач является увеличение производства экологически безопасной растениеводческой продукции высокого качества. Однако, из-за низкого уровня использования средств интенсификации земледелия по причине их высокой стоимости продуктивность большинства сельскохозяйственных культур остается невысокой. На низком уровне остается использование органических и минеральных удобрений, которые являются основным фактором повышения продуктивности сельскохозяйственных культур и поддержания эффективного плодородия почв. В связи с этим разработка технологии использования местных сырьевых ресурсов в качестве удобрений и мелиорантов, позволяющих получать экологически безопасную продукцию растениеводства, имеет особый практический и научный интерес. В лесостепной зоне Среднего Поволжья в широких объемах в качестве удобрений и мелиорантов можно использовать диатомит, цеолитсодержащие породы, мергель, дефекат и т.д. [1-18].

Методы и материалы

Исследования по изучению действия и последействия различных норм диатомита и его сочетаний с навозом на содержание общего углерода в черноземе выщелоченном среднемощном среднегумусном

тяжелосуглинистом и урожайность чеснока озимого, моркови и столовой свеклы проводились в период с 2014 по 2019 гг. Для решения поставленных задач в 2014 году был заложен полевой опыт по схеме: 1. Без диатомита и навоза (контроль); 2. Навоз 60 т/га; 3. Диатомит 2 т/га; 4. Диатомит 4 т/га; 5. Диатомит 6 т/га; 6. Диатомит 2 т/га + навоз 60 т/га; 7. Диатомит 4 т/га + навоз 60 т/га; 8. Диатомит 6 т/га + навоз 60 т/га.

Опыт развернут во времени и на территории. Повторность опыта трехкратная, делянки в опыте размещены методом рендомизированных повторений. В опыте в качестве кремнийсодержащего удобрения использовался диатомит Коржевского месторождения. В качестве органических удобрений использовался полуперепревший навоз КРС. Диатомит и навоз были внесены в 2014, 2015, 2016 гг. под основную обработку почвы. В опыте возделывались чеснок озимый Богатырь, морковь Нантская, столовая свекла Бордо.

Результаты исследований

Содержание общего углерода в пахотном слое чернозема выщелоченного перед закладкой опыта составляло в 2014 году 4,304-4,316 %, в 2015 году – 4,287-4,304 % и в 2016 году – 4,292-4,304 %. Прямое действие диатомита нормами от 2 до 6 т/га не оказало существенного влияния на

содержание общего углерода в пахотном слое (табл. 1).

Навоз нормой 60 т/га в первый год его действия увеличивал содержание общего углерода в пахотном слое по отношению к исходным значениям в 2015 на 0,087 %, в 2016 году – на 0,081 %, в 2017 году – на 0,075 %. Содержание общего углерода на фоне прямого действия диатомита в

комплексе с навозом было максимальным и превышало исходные значения в 2015 году на 0,098-0,116 %, в 2016 году на 0,099-0,111 %, в 2017 году на 0,087-0,105 %.

Последствие навоза нормой 60 т/га увеличивало содержание общего углерода в пахотном слое после уборки моркови в 2016 году на 0,098 %, в 2017 году на 0,104, в 2018 году на 0,093 % (табл. 2).

Таблица 1

Содержание общего углерода в черноземе выщелоченном, % (чеснок озимый)

Вариант	2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	углерод	+/- от исходного	углерод	+/- от исходного	углерод	+/- от исходного
1. Без диатомита и навоза (контроль)	4,304	0,000	4,287	-0,005	4,292	-0,006
2. Навоз 60 т/га	4,397	0,087	4,368	0,081	4,379	0,075
3. Диатомит 2 т/га	4,316	0,012	4,304	0,006	4,292	0,000
4. Диатомит 4 т/га	4,327	0,023	4,310	0,018	4,316	0,012
5. Диатомит 6 т/га	4,339	0,023	4,310	0,023	4,316	0,024
6. Диатомит 2 т/га + навоз 60 т/га	4,408	0,098	4,403	0,099	4,385	0,087
7. Диатомит 4 т/га + навоз 60 т/га	4,420	0,110	4,403	0,111	4,397	0,099
8. Диатомит 6 т/га + навоз 60 т/га	4,420	0,116	4,397	0,110	4,397	0,105

Таблица 2

Содержание общего углерода в черноземе выщелоченном, % (морковь)

Вариант	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	углерод	+/- от исходного	углерод	+/- от исходного	углерод	+/- от исходного
1. Без диатомита и навоза (контроль)	4,292	-0,012	4,287	-0,005	4,287	-0,011
2. Навоз 60 т/га	4,408	0,098	4,391	0,104	4,397	0,093
3. Диатомит 2 т/га	4,316	0,012	4,304	0,006	4,310	0,018
4. Диатомит 4 т/га	4,327	0,023	4,310	0,018	4,333	0,029
5. Диатомит 6 т/га	4,339	0,023	4,310	0,023	4,327	0,035
6. Диатомит 2 т/га + навоз 60 т/га	4,420	0,110	4,420	0,116	4,408	0,110
7. Диатомит 4 т/га + навоз 60 т/га	4,437	0,127	4,414	0,122	4,426	0,128
8. Диатомит 6 т/га + навоз 60 т/га	4,437	0,133	4,426	0,139	4,432	0,140

На вариантах с односторонним последствием диатомита содержание общего углерода превышало исходные значения в 2016 году на 0,012-0,023 %, в 2017 году на 0,006-0,023 %, в 2018 году на 0,018-0,035 %.

На фоне комплексного последствия диатомита с навозом было зафиксировано максимальное содержание общего углерода в пахотном слое почвы. Увеличение общего углерода на их фоне по отношению к исходному равнялось в 2016 году 0,110-0,133 %, в 2017 году 0,116-0,139 %, в 2018 году 0,110-0,140 %. Последствие навоза нормой 60 т/га повышало содержание общего углерода в посевах столовой свеклы в 2017 году на 0,081 % в 2018 году на 0,092 %, в 2019 году на 0,087 % (табл. 3).

Содержание общего углерода на фоне последствия различных норм диатомита

после уборки столовой свеклы было выше исходного содержания в 2017 году на 0,006-0,012 %, в 2018 году на 0,006-0,017 %, в 2019 году на 0,012-0,029 %. Максимальное накопление общего углерода в пахотном слое обеспечивало комплексное последствие диатомита с навозом. Содержание общего углерода на этих вариантах опыта превышало исходные значения в 2017 году на 0,098-0,122 %, в 2018 году на 0,099-0,116 %, в 2019 году на 0,099-0,112 %. В условиях 2015 года урожайность чеснока озимого на варианте без диатомита и навоза составляла 6,39 т/га, в условиях 2016 года 6,53 т/га, в условиях 2017 года 7,02 т/га (табл. 4). При одностороннем действии 60 т/га навоза урожайность чеснока озимого достоверно превышала контроль в 2015 году на 2,21 т/га, в 2016 году на 2,38 т/га, в 2017 году на 2,82 т/га.

Таблица 3

Содержание общего углерода в черноземе выщелоченном, % (столовая свекла)

Вариант	2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	углерод	+/- от исходного	углерод	+/- от исходного	углерод	+/- от исходного
1. Без диатомита и навоза (контроль)	4,287	-0,017	4,275	-0,017	4,275	-0,023
2. Навоз 60 т/га	4,391	0,081	4,379	0,092	4,391	0,087
3. Диатомит 2 т/га	4,310	0,006	4,304	0,006	4,304	0,012
4. Диатомит 4 т/га	4,316	0,012	4,304	0,012	4,321	0,017
5. Диатомит 6 т/га	4,327	0,011	4,304	0,017	4,321	0,029
6. Диатомит 2 т/га + навоз 60 т/га	4,408	0,098	4,403	0,099	4,397	0,099
7. Диатомит 4 т/га + навоз 60 т/га	4,426	0,116	4,397	0,105	4,408	0,110
8. Диатомит 6 т/га + навоз 60 т/га	4,426	0,122	4,403	0,116	4,414	0,122

Таблица 4

Урожайность чеснока озимого, т/га

Вариант	2015 г.		2016 г.		2017 г.	
	урожайность	+/- от контроля	урожайность	+/- от контроля	урожайность	+/- от контроля
1. Без диатомита и навоза (контроль)	6,39	–	6,53	–	7,02	–
2. Навоз 60 т/га	8,60	2,21	8,91	2,38	9,84	2,82
3. Диатомит 2 т/га	6,92	0,29	7,14	0,61	7,85	0,83
4. Диатомит 4 т/га	7,49	0,86	7,79	1,26	8,43	1,41
5. Диатомит 6 т/га	7,52	0,89	7,89	1,36	8,73	1,71
6. Диатомит 2 т/га + навоз 60 т/га	8,92	2,29	9,50	2,97	10,67	3,65
7. Диатомит 4 т/га + навоз 60 т/га	9,53	2,90	10,09	3,56	11,34	4,32
8. Диатомит 6 т/га + навоз 60 т/га	9,59	2,96	10,24	3,71	11,67	4,65
НСР ₀₅		0,30		0,46		0,52

Одностороннее использование диатомита нормами от 2 до 6 т/га обеспечило достоверное увеличение урожайности чеснока озимого. Урожайность на данных вариантах превышала контроль в 2015 году на 0,53-1,13 т/га; в 2016 году на 0,61-1,36 т/га; в 2017 году на 0,83-1,71 т/га.

Максимальный эффект по влиянию на урожайность чеснока озимого оказало использование 4 и 6 т/га диатомита в комплексе с навозом. Урожайность на этих вариантах опыта была выше контроля в 2015 году на 3,14-3,20 т/га, в 2016 году на 3,56-3,71 т/га, в 2017 году на 4,32-4,65 т/га.

На фоне последствия навоза урожайность моркови варьировала по годам исследования от 30,84 до 35,94 т/га, достоверно превышала контроль в 2016 году на 6,34 т/га, в 2017 году на 6,04 т/га, в 2018 году на 5,34 т/га (табл. 5). Достоверное увеличение урожайности моркови было отмечено на фоне последствия диатомита нормами 4 и 6 т/га. Урожайность моркови на этих вариантах составляла в 2016 году 34,43-36,13 т/га, в 2017 году – 31,90-33,69 т/га, в 2018 году – 29,51-31,42 т/га. Максимальная урожайность моркови была

получена на фоне последствия диатомита нормами 4 и 6 т/га в комплексе с навозом. Урожайность моркови на их фоне составляла в 2016 году 41,04-42,71 т/га, в 2017 году – 38,42-40,21 т/га, в 2018 году – 35,52-36,74 т/га.

Последствие навоза повышало урожайность столовой свеклы по отношению к контролю в 2017 году на 4,63 т/га, в 2018 году на 6,92 т/га, в 2019 году на 7,14 т/га (табл. 6).

На фоне одностороннего последствия диатомита достоверное увеличение урожайности столовой свеклы обеспечивали нормы кремнийсодержащего удобрения 4 и 6 т/га. Урожайность столовой свеклы на этих вариантах превышала контроль в 2017 году на 2,43-7,29 т/га, в 2018 году на 1,81-6,42 т/га, в 2019 году на 2,08-6,24 т/га.

Последствие диатомита нормами 4 и 6 т/га в комплексе с навозом позволило получить максимальную урожайность столовой свеклы. Урожайность на их фоне возрастала по отношению к контролю в 2017 году на 10,45-12,65 т/га, в 2018 году на 12,93-14,81 т/га, в 2019 году на 12,46-14,00 т/га.

Таблица 5

Урожайность моркови, т/га

Вариант	2016 г.		2017 г.		2018 г.	
	урожай- ность	+/- от контроля	урожай- ность	+/- от контроля	урожай- ность	+/- от контроля
1. Без диатомита и навоза (контроль)	29,60	–	27,38	–	25,50	–
2. Навоз 60 т/га	35,94	6,34	33,42	6,04	30,84	5,34
3. Диатомит 2 т/га	32,57	1,97	29,34	1,96	27,18	1,68
4. Диатомит 4 т/га	34,43	4,83	31,90	4,52	29,51	4,01
5. Диатомит 6 т/га	36,13	6,53	33,69	6,31	31,42	5,92
6. Диатомит 2 т/га + навоз 60 т/га	38,35	8,75	35,63	8,25	32,96	7,46
7. Диатомит 4 т/га + навоз 60 т/га	41,04	11,44	38,42	11,04	35,52	10,02
8. Диатомит 6 т/га + навоз 60 т/га	42,71	13,11	40,21	12,83	36,74	11,24
НСР ₀₅		2,32		2,26		2,23

Таблица 6

Урожайность столовой свеклы, т/га

Вариант	2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	урожай- ность	+/- от контроля	урожай- ность	+/- от контроля	урожай- ность	+/- от контроля
1. Без диатомита и навоза (контроль)	35,84	–	32,96	–	34,52	–
2. Навоз 60 т/га	40,47	4,63	39,88	6,92	41,66	7,14
3. Диатомит 2 т/га	38,27	2,43	34,77	1,81	36,60	2,08
4. Диатомит 4 т/га	41,25	5,41	37,86	4,90	39,71	5,19
5. Диатомит 6 т/га	43,13	7,29	38,84	6,42	40,76	6,24
6. Диатомит 2 т/га + навоз 60 т/га	43,34	7,52	41,91	8,98	42,52	8,00
7. Диатомит 4 т/га + навоз 60 т/га	46,26	10,45	45,89	12,93	46,98	12,46
8. Диатомит 6 т/га + навоз 60 т/га	48,49	12,65	47,79	14,81	48,52	14,00
НСР ₀₅		2,61		2,54		2,76

Выводы. Максимальное накопление общего углерода обеспечивало использование диатомита в комплексе с навозом. Содержание общего углерода на этих вариантах опыта превышало исходные значения по завершении исследований на 0,099-0,122 %. Действие и последствие

диатомита нормами 4 и 6 т/га в комплексе с навозом позволило получить максимальную урожайность овощных культур. Урожайность чеснока озимого на их фоне варьировала от 9,53 до 11,67 т/га, урожайность моркови от 35,52 до 42,71 т/га, урожайность столовой свеклы от 45,89 до 48,52 т/га.

Литература

1. Арефьев А. Н., Характер изменения режима органического вещества чернозема выщелоченного в зависимости от степени антропогенного воздействия. Сборник статей Всероссийской (национальной) научно-практической конференции, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Г.Б. Гальдина. Пенза, 2018, с. 22-25.
2. Бакаева Н.П., Салтыкова О.Л., Нечаева Е.Х. Влияние агротехнологий на запасы гумуса в почве при возделывании озимой пшеницы в Среднем Поволжье. Вестник УГСХА, 2018, № 3, с. 37-45.
3. Беленков А. И., Зеленов А. В., Амантаев Б. О. Приемы биологизации в севооборотах Нижнего Поволжья. Земледелие, 2014, № 1, с. 23-26.
4. Гаплаев М. Ш., Надежкин С. М. Повышение эффективности выращивания свеклы столовой (*Beta vulgaris* L.) за счет использования удобрений. Вестник УГСХА, 2015, № 1, с. 36-40.
5. Куликова А. Х., Яшин Е. А. Эффективность использования диатомита и его смесей с куриным пометом в качестве удобрения сельскохозяйственных культур. Вестник УГСХА, 2008, № 1, с. 3-11.
6. Куликова А. Х., Яшин Е. А., Данилова Е. В. Эффективность использования диатомита и его смеси с минеральными удобрениями при возделывании озимой и яровой пшеницы. Вестник УГСХА, 2008, № 1, с. 11-24.

7. Куликова А. Х., Тойгильдина И. А. Эффективность высококремнистых пород и минеральных удобрений при возделывании сахарной свеклы в условиях Среднего Поволжья. Вестник УГСХА, 2009, № 1, с. 8-18.
8. Куликова А. Х., Влияние высококремнистых пород на свойства чернозема выщелоченного и урожайность сельскохозяйственных культур в условиях среднего Поволжья. Вестник УГСХА, 2010, № 1, с. 16-25.
9. Куликова А. Х., Яшин Е. А., Кудряшов А. В. Эффективность применения диатомита, кремниевых комплексов на его основе и минеральных удобрений при возделывании сахарной свёклы в условиях Среднего Поволжья. Вестник УГСХА, 2013, № 1, с. 24-28.
10. Кураков В. И., Минакова О. А., Ситникова В. В. Влияние длительного применения удобрений на воспроизводство почвенного плодородия и качество продукции. Сахарная свекла, 2004, № 10, с. 11-13.
11. Лобода Б. П., Ходырев В. М. Цеолит- и кремнийсодержащие трепела – улучшающий компонент тепличных субстратов. Гавриш, 2006, № 3, с. 22-23.
12. Матыченков В. В., Бочарникова Е. А., Аммосова Я. М. Влияние кремниевых удобрений на растения и почву. Агрохимия, 2002, № 2, с. 86-93.
13. Смывалов В. С., Захарова Д. А. Влияние кремнийсодержащих материалов на урожайность и качество продукции яровой пшеницы. Вестник УГСХА, 2016, № 4, с. 55-59.
14. Смывалов В. С., Захарова Д. А., Яшин А. Е. Влияние кремнийсодержащих материалов и минерального удобрения на биологическую активность чернозема выщелоченного. Вестник УГСХА, 2017, № 3, с. 19-25.
15. Стахурлова Л. Д., Щеглов Д. И., Громовик А. И., Минакова О. А., Комарова М. П. Содержание и состав гумуса черноземов выщелоченных в опыте с удобрениями. Вестник ВГУ, серия: химия, биология, фармация, 2009, № 2, с. 145-151.
16. Kerstin P., Jutta K., Kyrtecz P., Schnug E. Effekte von Kalkung und organischen Düngung auf Bodenphysikalische Parameter rumanischer Paradaurmerden, Bunderforschungsanst. – Landwirt (FAZ) Jahresbericht. Braun-schweig, 2003, с. 12.
17. Ma J. F., A transporter regulating silicon distribution in rice shoots. The plant cell, 2008, № 5, p. 1381-1389.
18. Vulliond P., Mercier E., Ruser I.P. Bilan de 40 ans d'un essai portant sur différentes fumures organiques (Changins 1963-2003). Rev. Suisse agr., 2004, 36, № 2, p. 43-51.

UDC 631.8+631.417.1+631.559

DOI 10.36461/NP.2020.56.3.007

EFFECTS AND AFTEREFFECTS OF DIATOMITE AND ITS COMBINATIONS WITH MANURE ON THE TOTAL CARBON CONTENT IN THE SOIL AND THE YIELD OF VEGETABLE CROPS

*E.E. Kuzina, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor,
E.N. Kuzin, Doctor of Agricultural Sciences, professor*

Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education Penza State Agrarian University,
Penza, Russia, tel. (8412) 62-83-67, e-mail: alena-kuzina@mail.ru

The objective of the research was to study the unilateral effect and aftereffect of 2 to 6 t/ha of diatomite and combined effect and aftereffect of diatomite with manure on the total carbon content in the arable layer of leached chernozem and the yield of vegetable crops in the forest-steppe conditions of the Middle Volga region. The studies were conducted from 2014 to 2019. The experiment was deployed in time and across the territory. Studies have established that in view of the effect and aftereffect of manure, the total carbon content exceeded the initial values by 0.075-0.104%. In the variants with diatomite, the total carbon content at the end of the research exceeded the initial values by 0.012-0.029%. The most significant effect on the accumulation of total carbon was exerted by the combined effect and aftereffect of diatomite with manure. The total carbon content, in view of the effect and aftereffect of diatomite and manure, exceeded the initial values by 0.098-0.122%. The highest effect in terms of impact on yield was provided by the combined effect and aftereffect of diatomite and manure. The yield of winter garlic in view of the effect and aftereffect of diatomite and manure increased by 39.6-66.2%, carrots by 29.6-46.9%, beetroots by 21.0-44.9%.

Key words: leached chernozem, diatomite, manure, total carbon, yield, garlic, carrots, beetroot.

Reference

1. Arefiev A.N., The nature of changes in the regime of organic matter of leached chernozem, depending on the degree of anthropogenic impact. Collection of articles of the All-Russian (national) scientific-practical conference dedicated to the 90th anniversary of the birth of Professor G.B. Galdin. Penza, 2018, p. 22-25.
2. Bakaeva N.P., Saltykova O.L., Nechaeva E.Kh. Influence of agricultural technologies on humus reserves in soil during the cultivation of winter wheat in the Middle Volga region. Bulletin of the USAA, 2018, No. 3, p. 37-45.
3. Belenkov A.I., Zelenev A.V., Amantayev B.O. Biological techniques in crop rotations of the Lower Volga region. Agriculture, 2014, No. 1, p. 23-26.
4. Gaplaev M. Sh., Nadezhkin S. M. Improving the efficiency of cultivation of beetroot (*Beta vulgaris* L.) through the use of fertilizers. Bulletin of the USAA, 2015, No. 1, p. 36-40.
5. Kulikova A. Kh., Yashin E. A. Efficiency of using diatomite and its mixtures with chicken manure as fertilizer for agricultural crops. Bulletin of the USAA, 2008, No. 1, p. 3-11.
6. Kulikova A. Kh., Yashin E. A., Danilova E. V. Efficiency of using diatomite and its mixture with mineral fertilizers in the cultivation of winter and spring wheat. Bulletin of the USAA, 2008, No. 1, p. 11-24.
7. Kulikova A. Kh., Toygildina I.A. Efficiency of high-siliceous rocks and mineral fertilizers in the cultivation of sugar beets in the Middle Volga region. Bulletin of the USAA, 2009, No. 1, p. 8-18.
8. Kulikova A. Kh., Influence of high-siliceous rocks on the properties of leached chernozem and crop yield in the middle Volga region. Bulletin of the USAA, 2010, No. 1, p. 16-25.
9. Kulikova A. Kh., Yashin E. A., Kudryashov A. V. Efficiency of using diatomite, diatomite based silicon combinations and mineral fertilizers in cultivation of sugar beets in the Middle Volga region. Bulletin of the USAA, 2013, No. 1, p. 24-28.
10. Kurakov V.I., Minakova O.A., Sitnikova V.V. Influence of prolonged use of fertilizers on the reproduction of soil fertility and product quality. Sugar beet, 2004, No. 10, p. 11-13.
11. Loboda B.P., Khodyrev V.M. Zeolite- and silicon-containing tripoli - an improving component of greenhouse substrates. Gavrich, 2006, No. 3, p. 22-23.
12. Matychenkov V.V., Bocharnikova E.A., Ammosova Ya. M. Influence of silicon fertilizers on plants and soil. Agrochemistry, 2002, No. 2, p. 86-93.
13. Smyvalov V.S., Zakharova D.A. Influence of silicon-containing materials on yield and quality of spring wheat production. Bulletin of the USAA, 2016, No. 4, p. 55-59.
14. Smyvalov V.S., Zakharova D.A., Yashin A.E. Influence of silicon-containing materials and mineral fertilizers on the biological activity of leached chernozem. Bulletin of the USAA, 2017, No. 3, p. 19-25.
15. Stakhurlova L.D., Shcheglov D.I., Gromovik A.I., Minakova O.A., Komarova M.P. Content and composition of humus in chernozems leached in experiment with fertilizers. Vestnik of VSU, series: chemistry, biology, pharmacy, 2009, no. 2, p. 145-151.
16. Kerstin P., Jutta K., Kyrtecz P., Schnug E. Effekte von Kalkung und organischen Düngung auf Bodenphysikalische Parameter rumanischer Paragrauerden, Bundesforschungsanst. – Landwirtschaft (FAZ) Jahresbericht. Braun-schweig, 2003, c. 12.
17. Ma J. F., A transporter regulating silicon distribution in rice shoots. The plant cell, 2008, № 5, p. 1381-1389.
18. Vulliond P., Mercier E., Ruser I.P. Bilan de 40 ans d'un essai portant sur différentes fumures organiques (Changins 1963-2003). Rev. Suisse agr., 2004, 36, № 2, p. 43-51.