ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ НАВОЗА, СИДЕРАТОВ И БИОДЕСТРУКТОРА СТЕРНИ

*А. В. Сафонов, аспирант, Е. Н. Кузин, доктор с.-х. наук, профессор,
А. Н. Арефьев, доктор с.-х. наук, доцент, Е. Е. Кузина, кандидат с.-х. наук, доцент*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Пензенский государственный аграрный университет»,
Россия, т. (8412) 62-83-67, e-mail: av.safonov@list.ru

Интенсификация земледелия в лесостепной зоне Среднего Поволжья требует решения проблемы сохранения почвенного покрова и его потенциального и эффективного плодородия с целью повышения урожайности сельскохозяйственных культур и качества растениеводческой продукции. В связи с этим разработка и внедрение в земледельческую практику агробиологических приемов предотвращения антропогенной деградации в агроландшафтах является актуальным направлением современной аграрной науки. Цель исследований заключалась в сравнительной оценке влияния навоза, сидератов и их сочетаний с биодеструктором стерни на физико-химические свойства лугово-черноземной почвы. Для достижения поставленной цели были проведены исследования в период с 2017 по 2019 гг. в первом агропочвенном районе Пензенской области. Исследованиями установлено, что действие и последствие навоза, сидератов и их комплексное действие и последствие с биодеструктором стерни оказало положительное влияние на физико-химические свойства лугово-черноземной почвы. Сидеральные пары по эффективности влияния на емкость катионного обмена, сумму обменных оснований, величину обменной и гидролитической кислотности не уступали унавоженным парам. Более существенное влияние на изменение физико-химических свойств почвы оказало комплексное действие и последствие навоза, редьки масличной и бобовых сидератов с биодеструктором стерни. Емкость катионного обмена на их фоне увеличилась на 1,40-1,51 мг-экв./100 г почвы, сумма обменных оснований на 1,6-1,7 мг-экв./100 г почвы, величина $pH_{\text{сол}}$ на 0,22-0,24 ед., величина гидролитической кислотности снизилась на 0,17-0,19 мг-экв./100 г почвы.

Ключевые слова: лугово-черноземная почва, навоз, сидераты, биодеструктор, емкость катионного обмена, сумма обменных оснований, кислотность.

Введение

Важнейшей задачей отечественного сельского хозяйства в современных условиях остается повышение его продуктивности, которая непосредственно связана с плодородием почвы. Поэтому проблема сбережения плодородия приобретает первостепенное значение [1-3]. Для поддержания эффективного плодородия почвы повсеместно имеются значительные резервы. Это рациональное размещение многолетних трав, использование нетоварной части выращенной продукции, использование навоза и сидератов. Достаточное внесение навоза и соломы способствует улучшению всех показателей плодородия почв. Однако, в настоящее время их вносится не более 1 т на гектар пашни, что не может обеспечить стабилизацию и повышение почвенного плодородия. Выход из создавшегося положения следует искать в биологизации и экологизации земледелия, осуществляемых в энергоресурсноберегаю-

щих технологиях. Реализация этого положения предусматривает расширение посевов сидератов и использование биологических препаратов, усиливающих процессы минерализации и гумификации пожнивнокорневых остатков и соломы [4-17].

Методы и материалы

Исследования по сравнительной оценке влияния навоза, сидератов и их сочетаний с биодеструктором стерни на физико-химические свойства лугово-черноземной почвы проводились в первом агропочвенном районе Пензенской области в период с 2017 по 2019 гг. Для реализации поставленной цели был заложен полевой опыт: 1. Чистый пар + навоз 8 т/га с. п. (контроль); 2. Чистый пар + навоз 8 т/га с. п. + биодеструктор стерни; 3. Редька масличная; 4. Горчица белая; 5. Кормовые бобы; 6. Люпин белый; 7. Редька масличная + биодеструктор стерни; 8. Горчица белая + биодеструктор стерни; 9. Кормовые бобы + биодеструктор стерни; 10. Люпин белый + биодеструктор стерни.

Таблица 1

Емкость катионного обмена, мг-экв./100 г почвы

Вариант	Исходное значение, 2017 г.	Озимая пшеница, 2018 г.	Отклонение от исходного	Кукуруза, 2019 г.	Отклонение от исходного
Пар чистый					
1. Навоз 8 т/га с. п. (контроль)	21,63	22,30	0,67	22,87	1,24
2. Навоз 8 т/га с. п. + биодеструктор стерни	21,32	22,17	0,85	22,83	1,51
Пар сидеральный					
3. Редька масличная	21,70	22,28	0,58	22,85	1,15
4. Горчица белая	21,65	22,13	0,48	22,63	0,98
5. Кормовые бобы	21,71	22,38	0,67	22,94	1,23
6. Люпин белый	21,61	22,28	0,67	22,94	1,31
7. Редька масличная + биодеструктор стерни	21,77	22,31	0,75	23,17	1,40
8. Горчица белая + биодеструктор стерни	21,2	21,89	0,67	22,47	1,25
9. Кормовые бобы + биодеструктор стерни	21,30	22,15	0,85	22,71	1,41
10. Люпин белый + биодеструктор стерни	21,62	22,48	0,86	23,14	1,48
НСР ₀₅		1,5		1,4	

Повторность опыта трехкратная, размещение вариантов в опыте рендомизированное. Учетная площадь одной деланки 4,2 м². Исследования проводились в паровом звене зернопаропропашного севооборота.

Результаты

Перед закладкой опыта в 2017 году емкость катионного обмена в пахотном слое лугово-черноземной почвы варьировала в пределах от 21,22 до 21,77 мг-экв./100 г почвы. После уборки озимой пшеницы в 2018 году емкость катионного обмена на контрольном варианте увеличилась на 0,67 мг-экв./100 г почвы, а после уборки кукурузы в 2019 году на 1,24 мг-экв./100 г почвы. На варианте, где навоз и почва были обработаны биодеструктором стерни, емкость катионного обмена после уборки озимой пшеницы составила 22,17 мг-экв./100 г почвы, после уборки кукурузы – 22,83 мг-экв./100 г почвы, увеличение по отношению к исходному в 2018 году равнялось 0,85 мг-экв./100 г почвы, в 2019 году – 1,51 мг-

экв./100 г почвы, а по отношению к контролю 0,18 и 0,27 мг-экв./100 г почвы соответственно (табл. 1).

При одностороннем действии капустных сидератов емкость катионного обмена после уборки озимой пшеницы была выше исходных значений на 0,48-0,58 мг-экв./100 г почвы, после уборки кукурузы на 0,98-1,15 мг-экв./100 г почвы. Бобовые сидераты в первый год их действия увеличивали емкость катионного обмена на 0,67 мг-экв./100 г почвы, на второй год на 1,23-1,31 мг-экв./100 г почвы. На вариантах, где биомасса сидератов и почва были обработаны биодеструктором стерни, емкость катионного обмена в 2018 году превышала исходные значения на 0,67-0,86 мг-экв./100 г почвы, в 2019 году на 1,25-1,48 мг-экв./100 г почвы.

Как свидетельствуют данные исследований, на варианте с односторонним действием рекомендуемой нормы навоза (контроль) сумма обменных оснований после уборки озимой пшеницы составляла 20,0 мг-

Таблица 2

Сумма обменных оснований, мг-экв./100 г почвы

Вариант	Исходное значение, 2017 г.	Озимая пшеница, 2018 г.	Отклонение от исходного	Кукуруза, 2019 г.	Отклонение от исходного
Пар чистый					
1. Навоз 8 т/га с. п. (контроль)	19,2	20,0	0,8	20,6	1,4
2. Навоз 8 т/га с. п. + биодеструктор стерни	18,9	19,9	1,0	20,6	1,7
Пар сидеральный					
3. Редька масличная	19,3	20,0	0,8	20,6	1,3
4. Горчица белая	19,2	19,8	0,6	20,3	1,1
5. Кормовые бобы	19,3	20,1	0,8	20,7	1,4
6. Люпин белый	19,2	20,0	0,8	20,7	1,5
7. Редька масличная+биодеструктор стерни	19,3	20,1	0,8	20,9	1,6
8. Горчица белая + биодеструктор стерни	18,8	19,5	0,7	20,2	1,4
9. Кормовые бобы + биодеструктор стерни	18,9	19,9	1,0	20,5	1,6
10. Люпин белый + биодеструктор стерни	19,2	20,2	1,0	20,9	1,7
НСР ₀₅		1,0		1,1	

Таблица 3

Обменная кислотность, ед. рН

Вариант	Исходное значение, 2017 г.	Озимая пшеница, 2018 г.	Отклонение от исходного	Кукуруза, 2019 г.	Отклонение от исходного
Пар чистый					
1. Навоз 8 т/га с. п. (контроль)	5,64	5,82	0,18	5,74	0,20
2. Навоз 8 т/га с. п. + биодеструктор стерни	5,66	5,86	0,20	5,80	0,24
Пар сидеральный					
3. Редька масличная	5,70	5,82	0,12	5,79	0,19
4. Горчица белая	5,61	5,75	0,14	5,70	0,16
5. Кормовые бобы	5,69	5,86	0,17	5,79	0,20
6. Люпин белый	5,70	5,88	0,18	5,81	0,21
7. Редька масличная+биодеструктор стерни	5,63	5,77	0,14	5,75	0,22
8. Горчица белая + биодеструктор стерни	5,66	5,81	0,15	5,75	0,19
9. Кормовые бобы+биодеструктор стерни	5,69	5,88	0,19	5,82	0,23
10. Люпин белый + биодеструктор стерни	5,67	5,87	0,20	5,81	0,24
НСР ₀₅		0,26		0,27	

экв./100 г почвы, а после уборки кукурузы – 20,6 мг-экв./100 г почвы. Увеличение по отношению к исходному содержанию составляло в 2018 году 0,8 мг-экв./100 г почвы, в 2019 году – 1,4 мг-экв./100 г почвы (табл. 2).

На варианте, где навоз и почва были обработаны биодеструктором, сумма обменных оснований в пахотном слое в 2018 году равнялась 19,9 мг-экв./100 г почвы, в 2019 году – 20,6 мг-экв./100 г почвы, превышая исходные значения в первом случае на 1,0, во втором на 1,7 мг-экв./100 г почвы.

После уборки озимой пшеницы, размещенной по сидеральным парам, в 2018 году сумма обменных оснований на фоне капустных сидератов увеличилась на 0,6-0,8 мг-экв./100 г почвы, а на фоне бобовых сидератов – на 0,8 мг-экв./100 г почвы. После уборки кукурузы в 2019 году сумма обменных оснований на фоне капустных сидератов была выше исходных значений на 1,1-1,3 мг-экв./100 г почвы, а на фоне бо-

бовых – на 1,4-1,5 мг-экв./100 г почвы.

На фоне капустных сидератов, обработанных биодеструктором, сумма обменных оснований после уборки озимой пшеницы в 2018 году увеличилась на 0,7-0,8 мг-экв./100 г почвы, а на фоне бобовых – на 1,0 мг-экв./100 г почвы, после уборки кукурузы в 2019 году – на 1,4-1,6 и 1,6-1,7 мг-экв./100 г почвы соответственно.

На варианте с односторонним действием рекомендуемой нормы навоза величина $pH_{\text{сол}}$ после уборки озимой пшеницы увеличилась по отношению к исходному на 0,18 ед., а после уборки кукурузы на 0,20 ед. и составила в 2018 году 5,72 ед., в 2019 году – 5,74 ед. (табл. 3).

На варианте с обработкой почвы и навоза биодеструктором величина обменной кислотности после уборки озимой пшеницы составляла 5,76 ед., после уборки кукурузы – 5,80 ед., увеличение показателя $pH_{\text{сол}}$ по отношению к исходному в первом случае равнялась 0,20 ед., во втором – 0,24 ед.

Таблица 4

Гидролитическая кислотность, мг-экв./100 г почвы

Вариант	Исходное значение, 2017 г.	Озимая пшеница, 2018 г.	Отклонение от исходного	Кукуруза, 2019 г.	Отклонение от исходного
Пар чистый					
1. Навоз 8 т/га с. п. (контроль)	2,43	2,30	0,13	2,27	0,16
2. Навоз 8 т/га с. п. + биодеструктор стерни	2,42	2,28	0,14	2,23	0,19
Пар сидеральный					
3. Редька масличная	2,40	2,28	0,12	2,25	0,15
4. Горчица белая	2,45	2,35	0,10	2,33	0,12
5. Кормовые бобы	2,41	2,28	0,13	2,24	0,17
6. Люпин белый	2,41	2,28	0,13	2,24	0,17
7. Редька масличная+биодеструктор стерни	2,44	2,31	0,13	2,27	0,17
8. Горчица белая + биодеструктор стерни	2,42	2,30	0,12	2,27	0,15
9. Кормовые бобы + биодеструктор стерни	2,40	2,25	0,15	2,21	0,19
10. Люпин белый + биодеструктор стерни	2,42	2,28	0,14	2,24	0,18
НСР ₀₅		0,12		0,12	

После уборки озимой пшеницы, размещенной по сидеральным парам, величина $pH_{\text{сол.}}$ увеличилась по отношению к исходным значениям на фоне капустных сидератов в 2018 году на 0,12-0,14 ед., на фоне бобовых – на 0,17-0,18 ед., в 2019 году – на 0,16-0,19 и 0,20-0,21 ед. соответственно.

На вариантах, где биомасса сидератов перед заделкой в почву была обработана биодеструктором, величина $pH_{\text{сол.}}$ после уборки озимой пшеницы возросла по отношению к исходным значениям на 0,14 (редька масличная + биодеструктор стерни) – 0,20 ед. (люпин белый + биодеструктор стерни), а после уборки кукурузы на 0,19-0,24 ед.

Исследованиями установлено, что навоз, сидераты и их сочетания с биодеструктором оказали определенное влияние на концентрацию катионов водорода в лугово-черноземной почве. На фоне одностороннего действия навоза нормой 8 т/га с. п. (контроль) величина гидролитической кислотности в первый год действия снизилась на 0,13 мг-экв./100 г почвы, на второй год на 0,16 мг-экв./100 г почвы и составляла в 2018 году 2,30 мг-экв./100 г почвы, в 2019 году – 2,27 мг-экв./100 г почвы (табл. 4).

На фоне комплексного действия навоза и биодеструктора величина гидролитической кислотности снизилась по отношению к исходному значению на 0,14 мг-экв./100 г почвы, на фоне последействия на 0,19 мг-экв./100 г почвы. Величина гидролитической кислотности после уборки озимой

пшеницы в 2018 году составляла 2,28 мг-экв./100 г почвы, после уборки кукурузы в 2019 году – 2,23 мг-экв./100 г почвы.

После уборки озимой пшеницы, размещенной по сидеральным парам, величина гидролитической кислотности на фоне капустных сидератов снизилась на 0,10-0,12 мг-экв./100 г почвы, на фоне бобовых – на 0,13 мг-экв./100 г почвы, после уборки кукурузы – на 0,12-0,15 и 0,17 мг-экв./100 г почвы соответственно.

На вариантах с обработкой биомассы сидератов перед заделкой в почву биодеструктором величина гидролитической кислотности в конце вегетационного периода 2018 года уменьшилась по отношению к исходному значению на 0,12-0,15 мг-экв./100 г почвы, а в 2019 году на 0,15-0,19 мг-экв./100 г почвы.

Заключение

Таким образом, действие и последствие навоза, сидератов и их сочетаний с биодеструктором стерни оказало положительное влияние на емкость катионного обмена, сумму обменных оснований, величину обменной и гидролитической кислотности в пахотном слое лугово-черноземной почвы.

Сидеральные пары по эффективности влияния на физико-химические свойства лугово-черноземной почвы не уступали унавоженным парам. Более существенное влияние на изменение физико-химических свойств почвы оказало комплексное действие и последствие навоза, редьки масличной и бобовых сидератов с биодеструктором стерни.

Литература

1. Арефьев А. Н., Кузина Е. Е., Кузин Е. Н. Изменение физико-химических свойств лугово-черноземной почвы и продуктивности звена зернопаропропашного севооборота под влиянием осадков сточных вод и цеолита. Нива Поволжья, 2017, № 1 (42), с. 9-15.
2. Байков Р. Р., Кираев Р. С., Юхин И. П. Влияние извести, минеральных и органических удобрений на плодородие чернозема выщелоченного при возделывании сахарной свеклы в Башкортостане. Достижения науки и техники АПК, 2009, № 1, с. 22-23.
3. Воробейков Г. А., Лебедев В. Н. Продуктивность горчицы белой при инокулировании семян ассоциативными бактериальными штаммами. Кормопроизводство, 2007, № 1, с. 24-25.
4. Зволинский В. П., Тютюма Н. В. Применение бактериальных удобрений в аридных условиях Северного Прикаспия. Плодородие, 2005, № 6, с. 18-19.
5. Кузина Е. Е., Арефьев А. Н., Кузин Е. Н. Влияние природных цеолитов и их сочетаний с навозом на кислотность и насыщенность чернозема выщелоченного основаниями. Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе, 2016, № 1 (17), с. 380-391.
6. 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.
7. Кузина Е. Е., Арефьев А. Н., Кузин Е. Н. Действие и последствие диатомита и его сочетаний с навозом на физико-химические свойства чернозема выщелоченного. Сурский вестник, 2019, № 3(7), с. 29-33.
8. Ласкин П. В., Хаитабаев А. Х. Применение биологических препаратов при возделывании овса в условиях крайнего севера. Плодородие, 2006, № 3, с. 29-30.
9. Лысенко Ю. Н. Новый способ бессменного возделывания картофеля. Картофель и овощи, 2004, № 3, с. 9-10.

10. Минакова О. А., Тамбовцева Л. В., Александрова Л. В., Громовик А. И. Влияние применения удобрений в севообороте с сахарной свеклой на плодородие чернозема выщелоченного и продуктивность севооборота в условиях лесостепи Центрально-Черноземного региона РФ. *Известия ТСХА*, 2012, вып. 3, с. 95-105.
11. Назырова Ф. И., Гарипов Т. Т. Влияние органических удобрений и мелиорантов на буферные свойства чернозема южного. *Вестник КрасГАУ*, 2012, № 1, с. 24-27.
12. Нарушева Е. А. Изменение биологической активности чернозема выщелоченного при возделывании гречихи в Среднем Поволжье. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*, 2012, № 2 (88), с. 12-16.
13. Персикова Т. Ф., Сергеева И. И. Применение регуляторов роста и бакпрепаратов на посевах ячменя и гороха. *Плодородие*, 2006, № 1, с. 19-20.
14. Benkenstein H., Köhn W., Pagel H., Krüger W. Einfluss organischer und mineralischer düngung auf erträge und bodenkennwerte im internationalen organischen stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) in berlin-dahlem nach 12 versuchsjahren. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 1999, № 44 (6), с. 563-578
15. Kerstin P., Jutta K., Kyrlinecz P., Schnug E. Effekte von Kalkung undorganischer Dingung auf Bodenphysikalische Parameter rumanischer Paradraumerden. *Bunderforschungsanst. – Landwirt (FAZ) Jahresbericht*, Braun-schweig, 2003, с. 12.
16. Schulz H., Maass G. Einfluss gestaffelter gullegaben in verbindung mit stroh- und/oder grundungung auf einige chemische bodeneigenschaften. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 1994, 38 (4), с. 277-285.
17. Zheng Y., Han X., Li Y., Yang J., Li N., An N. Effects of Biochar and Straw Application on the Physicochemical and Biological Properties of Paddy Soils in Northeast China. *Scientific Reports*, 2019, № 9 (1), с.16531.

UDC 631.412+631.86

DOI 10.36461/NP.2020.2.55.002

CHANGES IN THE PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF SOIL UNDER THE INFLUENCE OF MANURE, GREEN MANURE AND THE STOVER BIODESTRUCTOR

*A. V. Safonov, Post-graduate, E. N. Kuzin, Doctor of Agricultural Sciences, Professor,
A. N. Arefiev, Doctor of Agricultural Sciences, Assistant-professor,
E. E. Kuzina, Candidate of Agricultural Sciences, Assistant-professor*

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Penza State Agrarian University»,
Russia, tel. (8412) 62-83-67, e-mail: av.safonov@list.ru

Intensification of agriculture in the forest-steppe zone of the Middle Volga region requires solving the problem of preserving the soil and its potential and effective fertility in order to increase crop productivity and quality of crop production. In this regard, the development and implementation in agricultural practice of agrobiological techniques to prevent anthropogenic degradation in agricultural landscapes is an urgent direction of modern agricultural science. The purpose of the research was to compare the effect of the implementation of manure, green manure and their combinations with the stover biodestructor on the physical and chemical properties of meadow-chnozemic soil. To reach this purpose, research was conducted in the period from 2017 to 2019 in the first agro-soil district of the Penza region. Research has shown that the effect and after-effect of manure, green manure and their compound action and after-action with the stover biodestructor had a positive effect on the physical and chemical properties of meadow-chnozemic soil. Green manure fallows were not inferior to manured fallows in terms of their effect on the cation-exchange capacity, the sum of exchange bases, and the amount of exchange and hydrolytic acidity. A compound action and after-action of manure, the oil radish and green manure of legumes with the stover biodestructor had a more significant influence on the change in the physical and chemical properties of the soil. In their background, the cation-exchange capacity increased by 1.40-1.51 mg equivalent/100 g of soil, the sum of exchange bases by 1.6-1.7 mg equivalent/100 g of soil, the value of pH_{KCl} 0.22-0.24 units, the value of hydrolytic acidity decreased by 0.17-0.19 mg equivalent/100 g of soil.

Keywords: meadow-chnozemic soil, manure, green manure, biodestructor, cation-exchange capacity, sum of exchange bases, acidity.

References

1. Arefiev A. N., Kuzina E. E., Kuzin E. N. Change of physico-chemical properties of meadow-black soil and productivity of the link in the grain-row crop rotation under the influence of waste waters and zeolite. Volga Region Farmland, 2017, № 1 (42), pp. 9-15.
2. Baykov R. R., Kiraev R. S., Yukhin I. P. The influence of mineral fertilizers, lime, green manure crop and straw on index change of chernozemic soil fertility leached during sugar beet cultivation in Baschkortostan. Achievements of Science and Technology of AIC, 2009, № 1, pp. 22-23.
3. Vorobeikov G. A., Lebedev V. N. Produktivnost' gorchicy beloј pri inokulirovanii semyan associativnymi bakterial'nymi shtammami. Fodder Production, 2007, № 1, pp. 24-25.
4. Zvolinsky V. P., Tyutyuma N. V. Primenenie bakterial'nyh udobrenij v aridnyh usloviyah Severnogo Prikaspiya. Plodorodie, 2005, № 6, pp. 18-19.
5. Kuzina E. E., Arefiev A. N., Kuzin E. N. The influence of natural zeolites and their combinations with manure on acidity and saturation of black soil leached with grounds. Models, systems, networks in economics, engineering, nature and society, 2016, № 1 (17), pp. 380-391.
6. Kurakov V. I., Minakova O. A., Sitnikova V. V. Vliyanie dlitel'nogo primeneniya udobrenij na proizvodstvo pochvennogo plodorodiya i kachestvo produkci. Saharnaya svekla, 2004, № 10, pp. 11-13.
7. Kuzina E. E., Arefiev A. N., Kuzin E. N. Effect and aftereffect of diatomite and its combination with manure on the physico-chemical properties of leached chernozem. Surskiy vestnik, 2019, № 3(7), pp. 29-33.
8. Laskin P. V., Khaitabaev A. H. Primenenie biologicheskikh preparatov pri vzdelyvanii ovsa v usloviyah krajnego severa. Plodorodie, 2006, № 3, pp. 29-30.
9. Lysenko Yu. N. New way of non-changeable potato cultivation. Potato and Vegetables, 2004, № 3, pp. 9-10.
10. Minakova O. A., Tambovtseva L. V., Aleksandrova L. V., Gromovik A. I. Fertilizers application influence in crop rotation with sugar beet on both leached black-soil fertility and crop rotation productivity under conditions of forest-steppe in central black-soil area of the Russian Federation Izvestiya of Timiryazev Agricultural Academy, 2012, issue 3, pp. 95-105.
11. Nazzyrova F. I., Garipov T. T. Influence of the organic fertilizers and ameliorants on the southern chernozem buffer properties. the Bulletin of KrasGAU, 2012, № 1, pp. 24-27.
12. Narusheva E. A. Izmenenie biologicheskoy aktivnosti chernozema vyshchelochennogo pri vzdelyvanii grechihi v Srednem Povolzh'e. The bulletin of The Altai State Agricultural University, 2012, № 2 (88), p.12-16.
13. Persikova T. F., Sergeeva I. I. Primenenie regulyatorov rosta i bakpreparatov na posevah yachmenya i goroha. Plodorodie, 2006, № 1, pp. 19-20.
14. Benkenstein H., Köhn W., Pagel H., Krüger W. Einfluss organischer und mineralischer düngung auf erträge und bodenkennwerte im internationalen organischen stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV) in berlin-dahlem nach 12 versuchsjahren. Archives of Agronomy and Soil Science, 1999, № 44 (6), c. 563-578
15. Kerstin P., Jutta K., Kyrstinecz P., Schnug E. Effekte von Kalkung undorganischer Düngung auf Bodenphysikalische Parameter rumänischer Paragrauerden. Bunderforschungsanst. – Landwirt (FAZ) Jahresbericht, Braun-schweig, 2003, c. 12.
16. Schulz H., Maass G. Einfluss gestaffelter gullegaben in verbindung mit stroh- und/oder grundungung auf einige chemische bodeneigenschaften. Archives of Agronomy and Soil Science, 1994, 38 (4), c. 277-285.
17. Zheng Y., Han X., Li Y., Yang J., Li N., An N. Effects of Biochar and Straw Application on the Physicochemical and Biological Properties of Paddy Soils in Northeast China. Scientific Reports, 2019, № 9 (1), c.16531.