

ВЛИЯНИЕ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

Марковская Галина Кусаиновна, канд. биол. наук, проф. кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: Galina-Markovskaya@yandex.ru

Гусева Светлана Андреевна, аспирант кафедры «Садоводство, ботаника и физиология растений», ФГБОУ ВО Самарский ГАУ.

446442, Самарская область, п.г.т. Усть-Кинельский, ул. Учебная, 2.

E-mail: Svetkag93@rambler.ru

Ключевые слова: посевы, травы, почвы, бактерии, активность.

Цель исследований – разработка эффективных приемов восстановления плодородия почв при интенсивных агрогенных нагрузках. Исследования проводились на полях кафедры «Растениеводство и земледелие» в 2016-2018 гг. Изучались следующие варианты одновидовых и смешанных посевов многолетних трав: 1. кострец безостый; 2. житняк гребневидный; 3. кострец безостый + кострец прямой; 4. житняк гребневидный + пырей сизый; 5. кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный; 6. житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный. С опытного поля со всех вариантов одновидовых и смешанных посевов многолетних трав в трехкратной повторности отбирались средние образцы почвы в три срока: начало, середина и конец вегетации. Образцы отбирались с глубины 0-20 см и 20-40 см. Количественный учет численности бактерий проводился методом посева почвенной «болтушки» на твердые стерильные среды МПА по методике Й. Сеги. Активность ферментов определяли по методу А. Ш. Галстяна. При изучении активности ПФО наблюдалась высокая активность фермента в слое почвы 20-40 см. Анализ активности фермента пероксидаза имеет различные показатели как по вариантам, так и в различных слоях почвы. Высокая активность ферментов отмечена в вариантах «кострец безостый + кострец прямой» и «житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный». В процессе исследований была выявлена корреляция между активностью пероксидазы и численностью бактерий. Самый высокий коэффициент гумификации был отмечен в варианте «кострец безостый», самый низкий – в варианте «житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет». С 2016 года по 2018 год в первом варианте наблюдается спад коэффициента гумификации, в остальных вариантах отмечено повышение данного показателя. Варианты с оптимальным видовым составом: «кострец безостый», «кострец безостый + кострец прямой», «кострец безостый + кострец + эспарцет песчаный». Числовые данные исследований обработаны дисперсионным методом.

INFLUENCE OF SINGLE AND MIXED CROPS OF PERMANENT GRASS ON SOIL ENZYMIC ACTIVITY IN THE CONDITIONS OF FOREST-STEPPE OF THE MIDDLE VOLGA REGION

G. K. Markovskaya, Candidate of Biological Sciences, Professor of the Department «Gardening, Botany and Plant Physiology», FSBEI HE Samara SAU.

446442, Samara region, settlement Ust'-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: Galina-Markovskaya@yandex.ru

S. A. Guseva, Post-Graduate Student of the Department «Gardening, Botany and Plant Physiology», FSBEI HE Samara SAU.

446442, Samara region, settlement Ust'-Kinelsky, Uchebnaya street, 2.

E-mail: svetkag93@rambler.ru

Key words: crops, herbs, soils, bacteria, activity.

The research is aimed at the development of effective methods to restore soil fertility under intensive agrogenic loads. The studies were conducted in the fields of the Department of Plant Cultivation and Agriculture from 2016 to 2018. The following variants of single-species and mixed crops of perennial grasses were studied: 1. awnless brome; 2. crested wheat grass; 3. awnless brome + smooth brome; 4. crested wheat grass + Agropyron; 5. awnless brome + smooth brome + Hungarian sainfoin; 6. crested wheat grass + Agropyron + Hungarian sainfoin. Medium soil samples were

taken from the experimental field from all variants of single-species and mixed crops of perennial grasses in triplicate in three periods: beginning, middle, and end of the growing season. Samples were taken from depth of 0-20 cm and 20-40 cm. Bacteria number was assessed by sowing special soil mixture on the solid sterile MPA media according to the method of J. Sega. Enzyme activity was determined by the method of A. Sh. Galstyan. When studying the activity of PPO, a high activity of this enzyme was observed in the soil layer of 20-40 cm. The analysis of the activity of the enzyme peroxidase has various indicators both between the studied variants and in the soil section. The high activity of the enzymes was noted in the variants «awnless brome + smooth brome» and «crested wheat grass + Agropyron + Hungarian sainfoin». In the process of research, a correlation was found between peroxidase activity and the number of bacteria. The highest coefficient of humification was noted in the «awnless brome», the lowest – «crested wheat grass + Agropyron + Hungarian sainfoin». From 2016 to 2018, in the first variant, a decrease in the coefficient of humification is observed. Thus, of the above options, with the optimal species composition, the following options turned out to be: «awnless brome», «awnless brome + smooth brome», «awnless brome + smooth brome + Hungarian sainfoin». Research data were processed by the dispersion method.

Почвы Среднего Поволжья обладают большим запасом основных питательных веществ. Валовое содержание элементов питания в почвах достаточно для получения высоких урожаев даже очень требовательных к плодородию почв культур. Однако обеспеченность растений элементами питания зависит в большей мере от содержания доступных форм в почве. Поэтому одной из важнейших задач земледелия является разработка приёмов повышения доступности растениям питательных элементов.

В структуре севооборотов основное место сейчас занимают экономически выгодные культуры: озимая пшеница, ячмень, кукуруза и подсолнечник. Ежегодное возделывание этих культур приводит к ухудшению физических и биологических свойств почв, поэтому севооборот необходимо конструировать. Система земледелия должна обеспечивать не только высокую продуктивность производства растениеводческой продукции, но и экологическую безопасность. Это возможно только при совместном использовании природных и техногенных факторов. Интенсификация земледелия может осуществляться в последнее время и за счет его биологизации и экологизации [1, 4].

Одним из практически неиспользуемых резервов биологизации и экологизации земледелия в Среднем Поволжье является возделывание многолетних трав.

Главным направлением в повышении плодородия почвы за счёт многолетних трав является правильный подбор фитоценоза. Адаптивная направленность видового состава трав позволяет не только хорошо решать вопросы кормопроизводства, но и за короткий срок обеспечить восстановление и расширенное воспроизводство органического вещества в почве [7].

Одним из показателей плодородия почв является ее ферментативная активность. Изучение активности ферментов в почве является одним из ключевых вопросов на пути к решению задач повышения плодородия почв. При введении новых приемов земледелия исследование ферментов, связанных с процессами трансформации органического вещества в почве, становится особенно важным и связано с проблемой снижения содержания гумуса и его энергозапасов. Это во многом обусловлено ускоренной минерализацией органического вещества почв, приводящей к снижению уровня их потенциального плодородия, о чем неоднократно отмечалось в работах отечественных и зарубежных авторов [6].

Цель исследования – разработка эффективных приемов восстановления плодородия почв при интенсивных агрогенных нагрузках.

Задачи исследований – изучить влияние длительного возделывания многолетних трав на ферментативную активность почвы, определить оптимальный набор растений для агрофитоценоза в условиях недостаточного увлажнения Среднего Поволжья.

Материалы и методы исследований. Исследования проводились на опытных полях кафедры «Растениеводство и земледелие» в 2016-2018 гг. Опытное поле расположено на территории Самарской области. Почва опытного участка чернозем обыкновенный остаточнокarbonатный среднегумусный среднемощный тяжелосуглинистый с содержанием органического вещества 6,9%. Почва имеет реакцию среды близкую к нейтральной. Данный подтип чернозема является преобладающим на территории Самарской области.

В опытах исследования проводились по единой общепринятой методике. Агротехника включала в себя весеннее боронование трав, укос травостоя, отавы и позднесеннее щелевание.

Посевная площадь делянки 50 м².

В опыте изучались следующие варианты чистых и смешанных посевов многолетних трав: 1. кострец безостый; 2. житняк гребневидный; 3. кострец безостый + кострец прямой; 4. житняк гребневидный + пырей сизый; 5. кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный; 6. житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный. Для изучения динамики почвенной микрофлоры с опытного поля брались средние образцы почвы со всех вариантов в три срока: начало, середина и конец вегетации. Образцы отбирались с глубины 0-20 см и 20-40 см. Выделение и учет численности бактерий в почве проводили методом посева почвенной болтушки на стерильные твердые питательные среды. Посев бактерий производился на мясо-пептонный агар (МПА). Активность ферментов определяли по А. Ш. Галстяну. Повторность опыта трехкратная.

Результаты исследований. Плодородие почвы во многом определяется интенсивностью и направленностью ферментативных реакций. Активность этих процессов является универсальным показателем физиологического состояния всего живого населения почвы и отражает внутренние биохимические процессы. Микроорганизмы почвы являются активными продуцентами ферментов – катализаторов белковой природы [7].

Так как все биологические процессы, связанные с превращением веществ и энергии в почве, осуществляются с помощью ферментов, играющих важную роль в мобилизации элементов питания растений, а также обуславливающих интенсивность и направленность наиболее важных биохимических процессов, связанных с синтезом и распадом гумуса, гидролизом органических соединений и окислительно-восстановительным режимом почвы, при оценке биологического состояния почв необходимо определять и её ферментативную активность [2, 5].

Ферментативную активность почвы можно использовать в качестве диагностического показателя плодородия различных почв, потому что активность ферментов отражает не только биологические свойства почвы, но и их изменения под влиянием агроэкологических факторов [4].

Анализ полифенолоксидазной активности (ПФО) показал, что наибольшая активность ПФО наблюдается в вариантах одновидовых и смешанных посевов злаковых трав, а в вариантах с эспарцетом активность ПФО была ниже (рис. 1). Если принять среднее значение по всем вариантам, то активность ПФО в верхних слоях почвы имеет значение 3,50 мг/1 г почвы, а в слое 20-40 см – 4,09 мг/1 г почвы, т.е. активность ПФО в нижнем горизонте почвы выше. В процессе изменения состава органических веществ в почве происходит увеличение активности ПФО, таким образом происходит накопление гуминовых кислот и повышение их конденсированности.



Рис. 1. Активность полифенолоксидазы, мг/пурпургаллина/1 г почвы, 2016-2018 гг.

Пероксидаза катализирует окисление органических веществ почвы (моно-, ди-, три- фенолов, аминов, некоторых гетероциклических соединений) за счет кислорода, выделяющегося при разложении перекиси водорода и других органических перекисей. Под действием кислорода перекиси при участии пероксидазы полифенолы окисляются и переходят в хиноны.

Анализ трехлетних исследований показал, что активность пероксидазы имеет различные показатели как по вариантам, так и в разных слоях почвы (рис. 2). Высокая активность ферментов отмечена в вариантах «кострец безостый + кострец прямой» и «житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный».

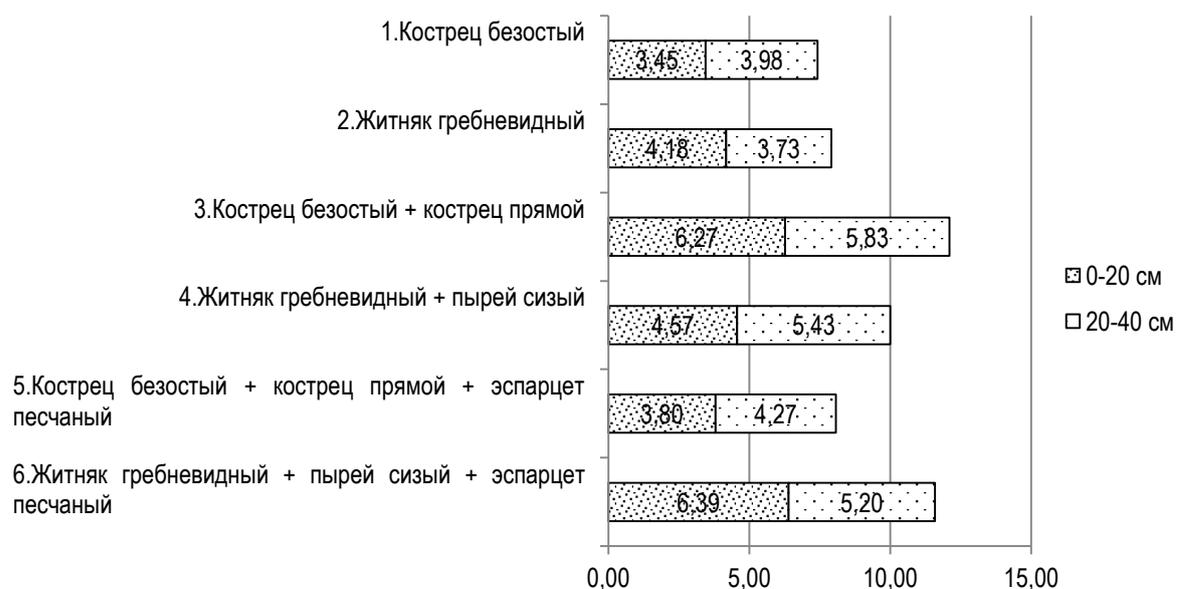


Рис. 2. Активность пероксидазы мг/пурпургаллина/1 г почвы, 2016-2018 гг.

Корреляционный анализ активности ПФО и пероксидазы показал, что за три года исследований наблюдалась положительная корреляция (0,63) между этими показателями. Особенно заметно в первый срок определения (0,83) (рис. 3).

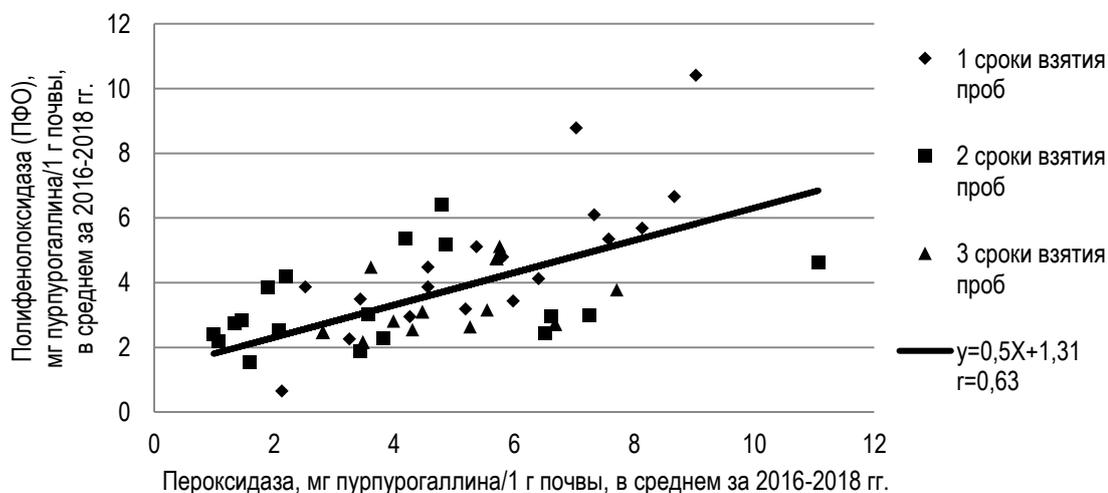


Рис. 3. Связь полифенолоксидазной и пероксидазной активности, в среднем за три года исследований

Анализ динамики численности бактериальной микрофлоры показал, что наибольшая численность наблюдается в первый и третий срок определения. Во второй срок определения наблюдается выраженная депрессия численности бактерий, что связано с иссушением почвы (табл. 1). За три года исследований наибольшая численность бактерий отмечается в варианте «житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет».

Таблица 1

Динамика численности бактерий за три года исследований, 0-40 см (млн КОЕ/1 г почвы)

Вариант	2016 г.			2017 г.			2018 г.		
	1 срок	2 срок	3 срок	1 срок	2 срок	3 срок	1 срок	2 срок	3 срок
1. Кострец безостый	0,9	2,0	1,5	3,0	2,0	14,9	0,87	5,2	1,5
2. Житняк гребневидный	0,7	1,9	4,4	2,1	1,6	10,8	0,95	1,8	3,5
3. Кострец безостый + кострец прямой	1,2	10,9	1,0	1,3	2,9	8,9	0,80	1,7	2,5
4. Житняк гребневидный + пырей сизый	0,7	0,9	6,7	4,0	1,1	11,2	1,02	2,5	1,7
5. Кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный	1,0	2,4	1,0	5,0	1,9	13,0	1,20	3,2	1,4
6. Житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный	1,4	3,3	21,6	4,6	2,2	16,6	0,73	2,3	1,1

Примечание. Дисперсионный анализ полученных в опыте данных каждого года исследований с расчетами HCP_{05} показал, что все результаты опыта достоверны.

В процессе исследований выявлена корреляция между активностью пероксидазы и численностью бактерий. Так, в среднем за три года исследований во второй срок определения наблюдалась положительная корреляция (0,55) между двумя этими показателями (рис. 4).

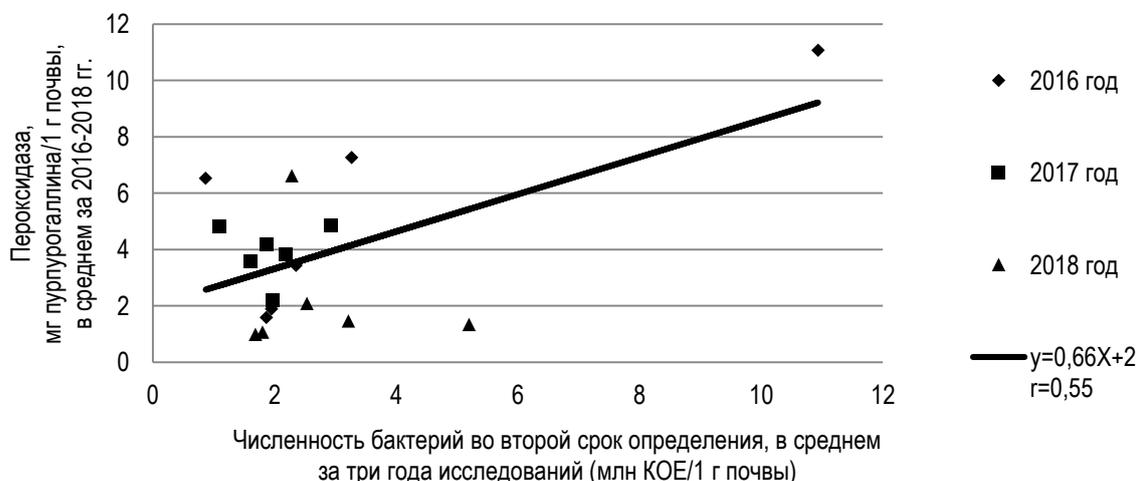


Рис. 4. Связь фермента пероксидаза с численностью бактериальной микрофлоры во второй срок определения

Таким образом, в середине вегетации трансформация органического вещества, мобилизация макро- и микроэлементов в почвах осуществляются с помощью ферментов, как находящихся в почве в адсорбированном состоянии, так и в составе бактериальной микрофлоры. В первый срок взятия проб наблюдается отрицательная корреляция (-0,39) между активностью пероксидазы и численностью бактерий, особенно в верхних горизонтах почвы (-0,64).

Накопление ферментов в почве происходит, в первую очередь, за счет внеклеточных ферментов, выделенных микроорганизмами, поступивших после отмирания растений и животных,

которые находятся в иммобилизованном состоянии, то есть скоплексированы с почвенными компонентами – минеральной частью и гумусом. Таким образом, ферментный пул почвы очень богат, разнообразен и участвует на всех этапах трансформации поступающих в почву органических соединений, является важнейшим регулятором биохимического гомеостаза почвы.

Отношение активности полифенолоксидазы к активности пероксидазы является условным коэффициентом гумификации и в определенной степени может характеризовать направленность этого процесса.

Самый высокий коэффициент гумификации был отмечен в варианте «кострец безостый», самый низкий – «житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный». С 2016 года по 2018 год в первом варианте наблюдается спад коэффициента гумификации, в остальных вариантах отмечено повышение данного показателя (рис. 5).

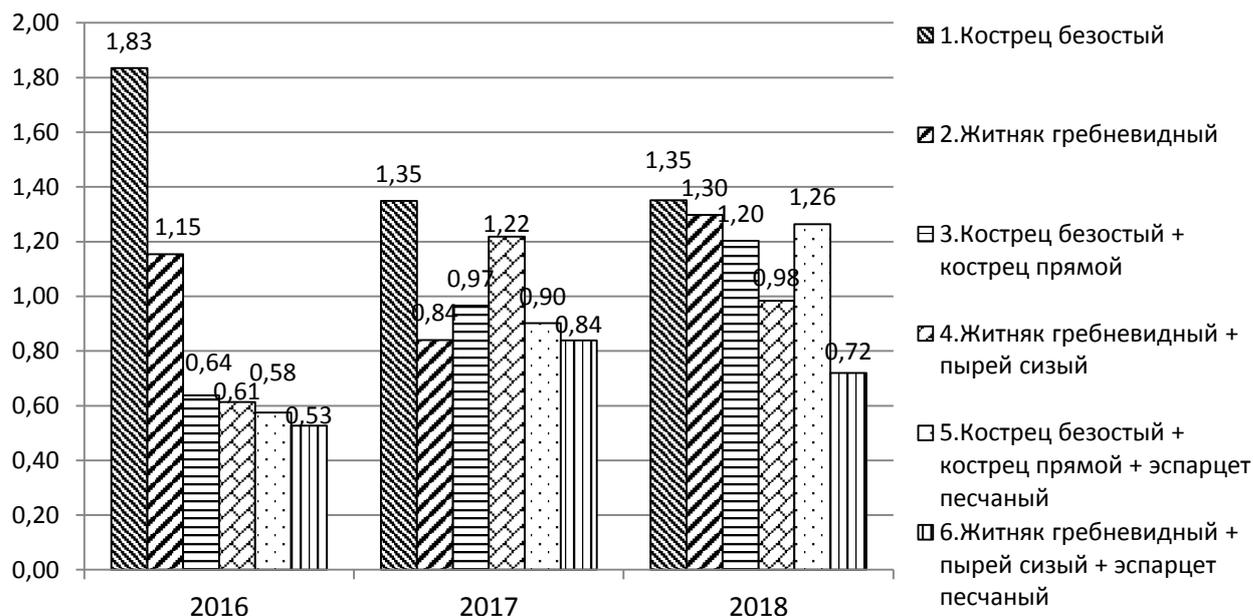


Рис. 5. Коэффициент гумификации в среднем за три года исследований

Заключение. При изучении активности ПФО наблюдалась высокая активность данного фермента в слое почвы 20-40 см. Активности фермента пероксидаза имеет различные показатели по исследуемым вариантам. Высокая активность ферментов отмечена в вариантах «кострец безостый + кострец прямой» и «житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный». В процессе исследований выявлена корреляция между активностью пероксидазы и численностью бактерий. Самый высокий коэффициент гумификации был отмечен в варианте «кострец безостый», самый низкий – «житняк гребневидный + пырей сизый + эспарцет песчаный». С 2016 года по 2018 год в первом варианте наблюдается спад коэффициента гумификации, в остальных вариантах отмечено повышение данного показателя. Таким образом, оптимальный видовой состав вариантов: «кострец безостый», «кострец безостый + кострец прямой», «кострец безостый + кострец прямой + эспарцет песчаный». Данные исследований обработаны дисперсионным методом.

Библиографический список

1. Борисова, Е. Е. Роль в севооборотах многолетних трав / Е. Е. Борисова // Вестник Нижегородского государственного инженерно-экономического института. – 2015. – №8(51). – С. 12-19.
2. Даденко, Е. В. Применение показателей ферментативной активности при оценке состояния почв под сельскохозяйственными угодьями / Е. В. Даденко, М. А. Прудникова, К. Ш. Казеев, С. И. Колесников // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2013. – Т. 15, № 3 (4). – С. 1274-1277.
3. Денисова, Т. В. Влияние СВЧ-излучения на ферментативную активность и численность микроорганизмов почв Юга России / Т. В. Денисова, С. И. Колесников // Почвоведение. – 2009. – № 8. – С. 479-483.
4. Добровольский, Г. В. Роль почвы в формировании и сохранении биологического разнообразия / Г. В. Добровольский ; отв. ред. И. Ю. Чернов. – М. : Товарищество научных изданий КМК. – 2011. – 273 с.

5. Поляков, В. Ю. Ферментативная активность верхних диагностических горизонтов городских антропогенных почв Биробиджана / В. Ю. Поляков, И. Л. Ревуцкая // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2016. – № 1 (189). – С. 95-99.

6. Пуртова, Л. Н. Изменение показателей плодородия почв в агробраземах приморья в условиях фитомелиоративного опыта / Л. Н. Пуртова, Л. Н. Щапова, А. Н. Емельянова, С. Н. Иншакова // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 11. – С. 62-66.

7. Чекалин, С. Г. Плодородие почвы и основные пути его регулирования / С. Г. Чекалин, М. М. Фартушина // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – №3. – С.14-17.

References

1. Borisova, E. E. (2015). Rol v sevooborotakh mnogoletnikh trav [Role in crop rotations of perennial grasses]. *Vestnik Nizhegorodskogo gosudarstvennogo inzhenerno-ekonomicheskogo instituta – Herald NGIEI*, 8(51), 12-19 [in Russian].

2. Didenko, E. V. Prudnikova M. A., Kazeev K. Sh., & Kolesnikov S. I. (2013). Primeneniie pokazatelei fermentativnoi aktivnosti pri otsenke sostoianiia pochv pod seliskohoziaistvennymi ugodiiami [Application of indicators of enzymatic activity in the evaluation of soil condition for agricultural purposes]. *Izvestiia Samarskogo nauchnogo centra Rossiiskoi akademii nauk – Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*, 15, № 3 (4), 1274-1277 [in Russian].

3. Denisova, T. V., & Kolesnikov, S. I. (2009). Vliyanie SVCH-izuchenii na fermentativnuu aktivnost i chislenost mikroorganizmov pochv YUga Rossii [Influence of microwave study on enzymatic activity and number of soil microorganisms in the South of Russia]. *Pochvovedenie – Edaphology*, 8, 479-483 [in Russian].

4. Dobrovolsky, G. V. (2011). *Rol pochvy v formirovanii i sohraneni biologicheskogo raznoobrazii [The Role of soil in the formation and conservation of biological diversity]*. (Ed.). Y. I. Chernov. – Moscow: Association of scientific publications KMK [in Russian].

5. Polyakov, V. Yu., & Revutskaya, I. L. (2016). Fermentativnaia aktivnost verhnikh diagnosticheskikh gorizontov gorodskikh antropogennykh pochv Birobidzhana [Enzymatic activity of upper diagnostic horizons of urban anthropogenic soils of Birobidzhan]. *Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta – Vestnik Orenburg state University*, 1 (189), 95-99 [in Russian].

6. Purtova, L. N., Shchapova, L. N., Emelyanov, A. N., & Inshakova, S. N. (2011). Izmenenie pokazatelei plodorodiia pochv v agrobrozemah primoria v usloviyakh fitomeliorativnogo opyta [The evolution of soil fertility in agroprodmach of Primorye in the conditions of phyto-experience]. *Vestnik Krasnoarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta – Bulletin of KrasSAU*, 11, 62-66 [in Russian].

7. Chekalin, S. G., & Fartushina, M. M. (2014). Plodorodiie pochvy i osnovnyie puti ego regulirovaniia [Soil Fertility and the main ways of its regulation]. *Izvestiia Orenburgskogo GAU – Izvestia Orenburg SAU*, 3, 14-17 [in Russian].