

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ ЧЕРНОЗЕМОВ СТЕПНОЙ И ЛЕСОСТЕПНОЙ ЗОНЫ

Исследовано влияние пастбищной дигрессии на биологическую активность черноземов типичных и обыкновенных. Проведен анализ динамики ферментативной активности почв и плотности населения Lumbricidae.

Ключевые слова: пастбищная дигрессия, целлюлозолитическая активность, каталаза, биомасса, Lumbricidae, дождевые черви.

Пастбищное использование – одна из древних и широко распространенных форм антропогенного воздействия на биогеоценозы. Но, несмотря на естественное влияние копытных, при слишком интенсивном и/или длительном уровне использования возникают проблемы пастбищной дегрессии.

Чернобай Ю.Н. в 1986 году отметил, что длительное нерациональное воздействие на пастбищные биогеоценозы отражается на почвенных беспозвоночных, у которых наблюдаются изменения в составе и в разнообразии. Эти данные были подтверждены нами в ранее опубликованных работах [1, 3, 11].

Оценка биологической активности почв может быть использована для оперативной диагностики интенсивности почвенных процессов и характера их изменений, что особенно важно для выявления функциональной роли почв в биосфере [6]. Этот показатель используется в качестве надежного биоиндикатора интенсивности процессов гумусообразования и гумусонакопления [7–10]. В последние годы можно отметить определенный интерес к динамике ферментативной активности почв под влиянием антропогенных факторов [12, 13]. При этом среди прочих ферментов, которые могут быть использованы для мониторинга, авторы называют каталазу и целлюлазу [4, 5].

Каталаза встречается во всех типах почв и, как показано во многих работах, объективно отражает изменение условий окружающей среды [5]. Разлагая пероксид водорода, выделяющийся в процессах биологического окисления, каталаза косвенно свидетельствует об интенсивности окислительной деструкции органического вещества почвы.

Скорость разложения целлюлозы является надежным показателем интенсивности деструк-

тивных процессов и во многом определяет функционирование почвенных сообществ. Процесс распада клетчатки осуществляют почвенные микроорганизмы, а дождевые черви (Lumbricidae), в свою очередь, выводят образовавшиеся элементы из микробной биомассы обратно в почву, обогащая ее азотом, фосфором и калием – элементами доступными для растений.

В задачи исследования входила оценка роли сельскохозяйственной деятельности человека в формировании пространственных изменений как активности каталазы, целлюлозолитической активности почвы, так и изменения количества дождевых червей в ряду целина – сильно сбитое пастбище.

Объекты и методы

Эксперимент проводился на целинных и в различной степени сбитых пастбищах на черноземах типичных (лесостепь) и на черноземах обыкновенных (степь) Предуралья, в пределах Оренбургской области.

Оценка целлюлозолитической активности почвы была проведена с помощью аппликационного метода. В почву на весь вегетационный период (май–сентябрь) были заложены льняные полотна известной массы. В сентябре их извлекли из почвы, очистили, высушили и взвесили. Процент убывания массы ткани стал мерой активности целлюлозоразлагающей микрофлоры [8].

Активность каталазы определяли газометрическим методом и выражали в мл O_2 на 1 г почвы [1, 4].

Учет дождевых червей проводился путем отбора в пятикратной повторности стандартных почвенных проб площадью 50x50 см, глубиной 35–40 см до прекращения встречаемости животных.

Результаты исследования

В результате проведенного исследования установлено, что пастбищная нагрузка приводит к нарушению скорости деструктивных процессов, снижая скорость разложения органики, что находит свое отражение в показателях целлюлозолитической активности (рис. 1).

Отмечалась некоторая тенденция к увеличению целлюлозолитической активности на участках с минимальным выпасом. Одновременно относительно низкие уровни целлюлозолитической активности выявлены на участках с чрезмерной нагрузкой. В ряду целина – сильносбитое пастбище активность целлюлозоразлагающей микрофлоры снижается в 2,93 раза в степной и в 1,98 раза в лесостепной зонах. Оценивая полученные данные по шкале интенсивности разрушения целлюлозы, исследованные участки можно отнести к территориям с очень сильной (целина чернозем типичный и обыкновенный, слабый сбой чернозем типичный), сильной (слабый сбой чернозем обыкновенный, средний сбой чернозем типичный), средней (средний сбой чернозем обыкновенный, сильный сбой чернозем типичный) и очень слабой (сильный сбой чернозем обыкновенный) выраженности процесса разрушения органического вещества. Это, по всей вероятности, обусловлено снижением ежегодно производимой биомассы, сменой видового со-

става растительности, которая является основным субстратом для этого фермента.

Динамика изменения активности целлюлазы с глубиной на пастбищах и целинных участках имеет сходный характер: интенсивность действия фермента вниз по почвенному профилю закономерно снижается.

Одновременно на исследуемых участках было проведено изучение профильного распределения активности почвенной каталазы (рис. 2).

Рассматривая профильное распределение активности каталазы можно отметить, что с увеличением глубины происходит уменьшение ее активности как на целине, так и в различных степенях сбитых пастбищах.

В верхнем почвенном слое (0–10 см) чернозема обыкновенного активность каталазы составляет 7,22 мл O₂/мин на 1 г; на сильном сбое – 6,47 мл O₂/мин на 1 г. Различия активности каталазы между биогеоценозом и естественным пастбищем составляют 10,4%. На черноземе типичном тот же показатель равен 12,5%.

Вниз по профилю происходит равномерное снижение активности фермента и на глубине 30–40 см различия между целиной и сильным сбоем на черноземе обыкновенном составляют не более 1,4%, а на черноземе типичном – 2,1%. Из чего можно предположить, что на глубине 30–40 см влияние пастбищной дигрессии сводится к минимуму.

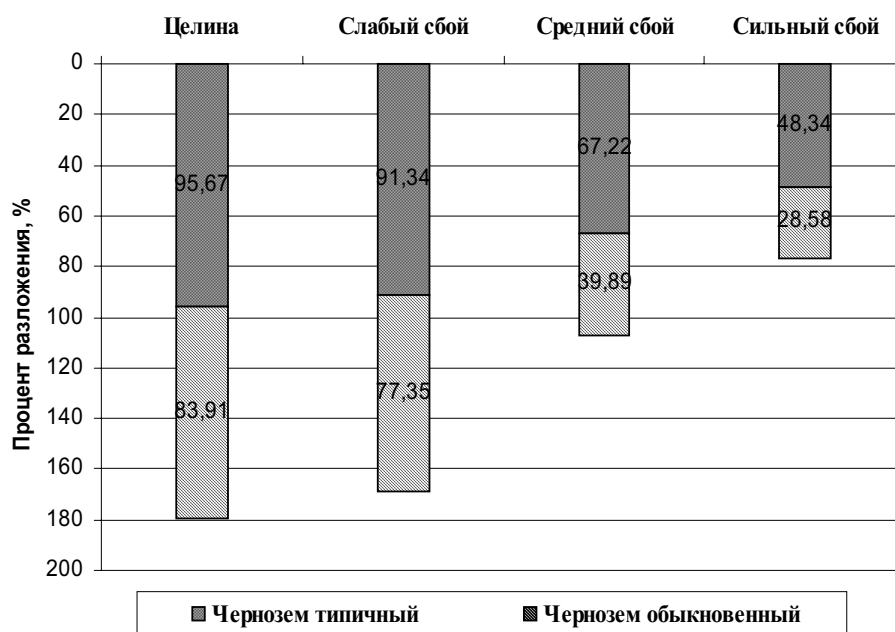
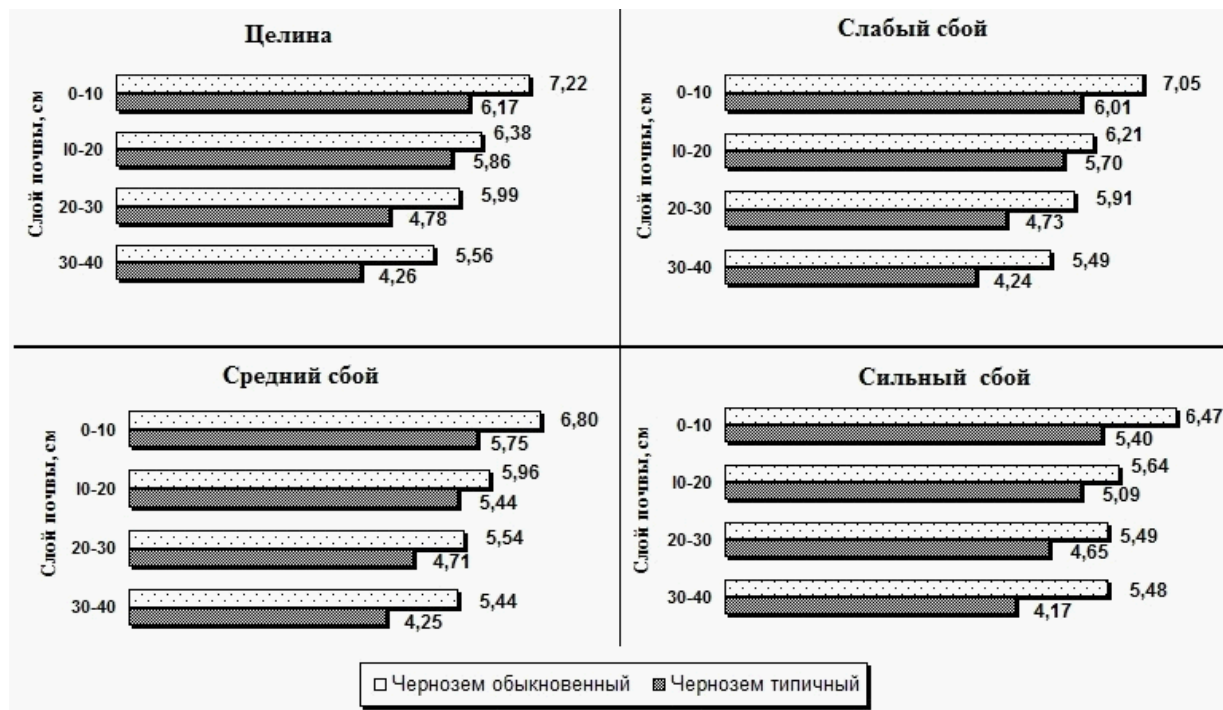


Рисунок 1. Целлюлозолитическая активность черноземов

Рисунок 2. Активность каталазы, мл O_2 в 1 г почвы за 1 мин.

По обогащенности почв ферментами по шкале Звягинцева Д.Г. все участки как на черноземе типичном, так и на черноземе обыкновенном характеризуются как средне обогащенные каталазой.

В отличие от результатов, полученных при исследовании активности целлюлазы, где большая активность наблюдалась на черноземе типичном, в ситуации с активностью каталазы картина меняется. На типичном черноземе, по сравнению с черноземом обыкновенным, каталаза менее активна. Возможно, это связано со слабокислой реакцией почвенного раствора, которая оказывает ингибирующее воздействие на каталазу.

Анализируя данные, полученные при учете дождевых червей, необходимо отметить, что максимальная их плотность была отмечена на целинном участке чернозема типичного и составляла 56 экз/м². Далее в ряду слабо-, средне-, сильносбитое пастбище количество экземпля-

ров снижалось в порядке 42–19–8 экз/м² соответственно. При сравнении данных, полученных на всех степенях сбитости чернозема типичного и чернозема обыкновенного, количество червей снизилось в 1,8 раза (t от 0,78 до 0,83 при $> 0,05$).

Воздействие, которое оказывает сельскохозяйственная деятельность человека на все компоненты почвенной экосистемы, приводит к изменению активности целлюлазы, каталазы, к снижению общей плотности населения Lumbricidae и, как следствие, к уменьшению интенсивности процессов разложения органического вещества почв. Таким образом, по предварительным данным, можно сделать вывод о том, что использование в биоиндикации ферментов и почвенных беспозвоночных (Lumbricidae) позволяет дать объективную оценку при определении степени и оценки многолетнего влияния чрезмерной антропогенной нагрузки на пастбищные биогеоценозы.

14.09.2012

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 12-04-31384-мол_а)

Список литературы:

1. Блохин, Е.В. Экология почв Оренбургской области. – Екатеринбург: УрО РАН, 1997. – 228 с.
2. Гаевская, М.А. Изменение свойств лесостепных и степных черноземов при различных антропогенных нагрузках как фактор влияния на состав и численность почвенной мезофауны // Вестник ОГУ. – 2011. – №12 (131). – С. 49–51.
3. Гаевская М.А., Русанов А.М., Бородин А.В. Активность Lumbricidae в почвах пастбищных экосистем лесостепной зоны Предуралья // Мат. докладов VI съезда общества почвоведов им. В.В. Докучаева. Кн. 2. Петрозаводск. – Москва, 2012. – С. 435–436.
4. Девятова, Т. А. Биоэкологические принципы мониторинга и диагностики загрязнения почв / Т.А. Девятова // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2005. – №1. – С. 105–106.
5. Девятова, Т.А. Биологическая активность черноземов центра Русской равнины / Т.А. Девятова, А.П. Щербаков // Почвоведение. – 2006. – №4. – С. 502–508.
6. Марфенина, О.Е. Микробиологические аспекты охраны почв [Текст] / О.Е. Марфенина. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – 118 с.
7. Русанов, А.М. Гумусное состояние черноземов Уральского региона как функция периода их биологической активности // Почвоведение. – 1998. – № 3. – С. 302–309.
8. Русанов, А.М. Сокращение периода биологической активности степных почв как фактор их дегумификации. Тезисы докладов Всероссийской конференции «Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения». – М., 1998. – Т. 1. – С. 63–64.
9. Русанов, А.М. Влияние антропогенных нагрузок на период биологической активности и гумус черноземов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 1999. – №2. – С. 59–65.
10. Русанов А.М., Тюрин А.Н. О влиянии почвенной биоты на гумусное состояние естественных биогеоценозов и агроценозов сухостепной зоны Урала // Мат. Всероссийской конференции «Степи северной Евразии». – Оренбург, 2000. – С. 381–383.
11. Русанов А.М., Гаевская М.А. Изменения в сообществе почва – растение – почвенная мезофауна под влиянием антропогенной нагрузки // Вестник ОГУ. – 2011. – №12 (131). – 2011. – С. 129–132.
12. Beyer, L. Suitability of dehydrogenase activity assay as an index of soil biological activity / L. Beyer, C. Waehendorf, D.C. Eisner, R. Knabe // Biology and Fertility of Soils. – 1993. – V. 16, №1. – P. 52–56.
13. Kandeler, E. Long-term monitoring of microbial biomass, N mineralization and enzyme activities of a chernozem under different tillage management / E. Kandeler, D. Tschirko, H. Spiegel // Biology and Fertility of Soils. – 1999. – V. 28, №4. – P. 343–351.

Сведения об авторе:

Булгакова Марина Александровна, аспирант кафедры общей биологии
Оренбургского государственного университета

460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13, ауд. 16206, тел. (3532) 372480, e-mail: biosu@mail.ru

UDC 631.4; 574.34

Bulgakova M.A.

Orenburg state university, e-mail: biosu@mail.ru

BIOLOGICAL ACTIVITY OF ANTHROPOGENIC DISTURBANCES CHERNOZEMS STEPPE AND FOREST ZONE

The effect of pasture digression on the biological activity of soils of the steppe and forest-steppe zones. The analysis of dynamics of soil enzyme activity and population density Lumbricidae.

Key words: pasture digression, cellulolytic activity, catalase, biomass, Lumbricidae, earthworms.

Bibliography:

1. Blokhin, E.V. Soil Ecology Orenburg region / E.V. Blokhin. – Yekaterinburg: Ural Branch of RAS, 1997. – 228 p.
2. Gaevskaya, M.A. Changing the properties of the forest-steppe and steppe chernozem under different anthropogenic loads as a factor influencing the composition and abundance of soil mesofauna / M.A. Gaevskaya // Vestnik OSU. – 2011. – №12 (131). – P. 49–51.
3. Gaevskaya M.A., Rusanov A.M., Borodin A.V. Lumbricidae activity in soils of pasture ecosystems forest zone of the Ural / M.A. Gaevskaya, A.M. Rusanov, A.V. Borodin // Mat. of the VI Congress of the Soil Science Society of them. Dokuchaev. Prince. 2. Petrozavodsk. – Moscow, 2012. – P. 435–436.
4. Devyatova, T.A. Bioecological principles of monitoring and diagnosis of soil contamination / T.A. Devyatova // Herald of the Voronezh State University. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy. – 2005. – №1. – P. 105–106.
5. Devyatova, T.A. Biological activity of chernozem center of the Russian Plain / T.A. Devyatova, A.P. Shcherbakov // Soil Science. – 2006. – №4. – P. 502–508.
6. Marfenin, O.E. Microbiological aspects of soil protection [Text] / O.E. Marfenin. – Moscow: Moscow State University Press, 1991. – 118 p.
7. Rusanov, A.M. Humus state chernozems Ural region as a function of the period of their biological activity / A.M. Rusanov // Soil Science. – 1998. – №3. – P. 302–309.
8. Rusanov, A.M. A reduction in the biological activity of the steppe soils as a factor in their dehumification / A.M Rusanov // Abstracts of the All-Russian Conference «Human-induced soil degradation and its prevention measures». – Moscow, 1998. – Vol.1. – P. 63–64.
9. Rusanov, A.M. Human impact loads between the biological activity and humus chernozems / A.M Rusanov // Vestnik Orenburg State University. – 1999. – №2. – P. 59–65.
10. Rusanov A.M., Tyurin A.N. The effect of soil biota to natural humus state biogeocenoses agrotocenozov and dry steppe zone of the Urals / A.M. Rusanov, A.N. Tyurin // Mat. All-Russian Conference «Steppes of Northern Eurasia». – Orenburg, 2000. – P. 381–383.
11. Rusanov A.M., Gaevskaya M.A. Changes in the community of soil – plant – soil mesofauna under the influence of anthropogenic load / A.M. Rusanov, M.A. Gaevskaya // Vestnik OSU. – 2011. – №12 (131). – P. 129–132.
12. Beyer, L. Suitability of dehydrogenase activity assay as an index of soil biological activity / L. Beyer, C. Waehendorf, D.C. Eisner, R. Knabe // Biology and Fertility of Soils. – 1993. – V. 16, №1. – P. 52–56.
13. Kandeler, E. Long-term monitoring of microbial biomass, N mineralization and enzyme activities of a chernozem under different tillage management / E. Kandeler, D. Tschirko, H. Spiegel // Biology and Fertility of Soils. – 1999. – V. 28, №4. – P. 343–351.