

УДК 631.46

ВЛИЯНИЕ ПАСТБИЩНОЙ НАГРУЗКИ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ЛЕСНЫХ ПОЧВ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО КАВКАЗА

© 2016 Е.В. Даденко, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников

Южный федеральный университет

Статья поступила в редакцию 23.05.2016

Исследовано изменение показателей активности ферментов и содержания гумуса в почвах пастбищ под интенсивной нагрузкой. Пастбищная нагрузка приводит к снижению исследуемых показателей. Содержание гумуса под пастбищем ниже на 20-48%, активность каталазы на 35-48%; инвертазы на 49-50%; дегидрогеназ – на 20-50%. Максимум изменений приходится на верхний горизонт, подвергающийся непосредственному воздействию. С глубиной различия в исследуемых показателях становятся менее значительны.

Ключевые слова: каталаза, инвертаза, дегидрогеназа, серая лесная почва, горно-луговая почва

Северо-Западный Кавказ подвергается мощной антропогенной нагрузке не одно тысячелетие, что приводит к значительной трансформации природных экосистем. Несмотря на то, что около 80% территории региона занято лесами, проблема экологии и продуктивности ландшафтов, является весьма актуальной [9]. На Северном Кавказе свыше 5 млн. га кормовых угодий, на которых выпасаются миллионы голов скота [14]. Чрезмерная нагрузка на пастбища, бессистемный выпас, недостаток проводимых мероприятий по улучшению естественных кормовых угодий приводят к ухудшению пастбищного травостоя и сказываются на экологическом состоянии почв. В результате ежегодного стравливания животными наземной фитомассы, пастбищные почвы испытывают дефицит органического вещества растительного происхождения. Высокая нагрузка на пастбища приводит к разрушению дернины пастбищных растений, уплотнению верхнего слоя почв и ухудшению их физических свойств, снижению урожайности и, в конечном счете, к эрозии и дегумификации [1, 7].

Биологическая активность почв отражает способность почвы выполнять ее функции и имеет решающее значение в обеспечении ее устойчивости. От уровня биологической активности зависит отклик почвы на антропогенное воздействие и то, какими будут последствия. Ферментативная активность почв является одним из объективных показателей суммарной биологической активности, отражающим интенсивность и направленность протекающих в ней биохимических процессов. Ферменты участвуют и контролируют протекание процессов важнейших для функционирования не только почвы, но и экосистем в целом, и, таким образом, влияют на выполнение почвой ее экологических функций. Пастбищная нагрузка приводит к изменениям в количественных и качественных характеристиках растительного субстрата, поступающего в почву и изменению режима его поступления и, таким образом, сказывается на общем содержании почвенного органического вещества. Ферментативная активность

почв тесно связана с содержанием органического вещества. Резкое снижение его содержания может привести к изменению интенсивности и направленности реакций, протекающих в почвенной среде.

Цель работы: изучение содержания органического вещества и активности каталазы, инвертазы и дегидрогеназ в почвах Северо-Западного Кавказа, подвергающихся интенсивной пастбищной нагрузке.

Каталаза – одна из самых распространенных почвенных оксидоредуктаз. Ее роль в детоксикации токсичной для живых организмов перекиси огромна. Несмотря на споры о природе каталазной активности в почве, именно активность каталазы рекомендуется многими авторами в качестве информативного диагностического показателя [18, 19]. Среди всех ферментов в почвенной среде, дегидрогеназы чаще всего используются в качестве индикатора общей микробиологической активности почвы, так они встречаются внутриклеточно во всех живых микробных клетках [14, 16]. Инвертаза катализирует гидролиз дисахаридов до моносахаридов и играет важную роль в освобождении сахаров с низкой молекулярной массой – важнейшего источника энергии для микроорганизмов. Благодаря своей роли в почве, инвертаза является достаточно изученным ферментом. А высокая степень взаимосвязи ее активности и содержания органического вещества в почве позволяет эффективно использовать этот показатель для оценки состояния сельскохозяйственно преобразованных почв [3, 4, 5, 6, 10, 20].

Материалы и методики исследования. В качестве объектов исследования были использованы почвы Адыгеи: серые лесные (окрестности с Даховская) и горно-луговые (субальпийские) почвы (плато Лаго-Наки). Изучена активность ферментов двух классов: оксидоредуктаз (каталаза, дегидрогеназы) и гидролаз (β -фруктофуранозидаса, или инвертаза). Активность каталазы и дегидрогеназы определяли по А.Ш. Галстяну (1978), инвертазы – по А.Ш. Галстяну с фотоколориметрическим окончанием по Ф.Х. Хазиеву (1990). Содержание органического вещества - общий гумус определяли по методу И.В. Тюрина в модификации Никитина (1992) [8, 13]. Метод определения каталазной активности почвы основан на измерении скорости распада перекиси водорода при взаимодействии ее с почвой по объему выделяющегося кислорода (газометрический метод). Для определения активности дегидрогеназ почвы в

Даденко Евгения Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент. E-mail: dadenko@mail.ru
Казеев Камил Шагидулович, доктор географических наук, профессор. E-mail: kamil_kazeev@mail.ru
Колесников Сергей Ильич, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования. E-mail: kolesnikov@srfedu.ru

качестве водорода применяют бесцветные соли тетразолия (2,3,5-трифенилтетразолий хлористый — ТТХ), которые акцептируя мобилизованный дегидрогеназой водород, восстанавливаются в красные соединения формазанов (трифенилформазан — ТФФ). Метод определения активности инвертазы основан на учете редуцирующих гексоз по изменению оптических свойств раствора сахарозы до и после воздействия фермента.

Результаты и их обсуждение. Содержание гумуса в серой лесной почве под пастбищем на 20% ниже, чем под лесным аналогом (рис. 1). К.С. Сушко [11] показано, что при разной пастбищной нагрузке в почвах в первую очередь изменяются агрофизические показатели - гумус, плотность, сухой остаток (засоленность) и влажность. При сильной пастбищной нагрузке значение плотности верхних слоев практически может соответствовать этому показателю в солонцовом горизонте, существенные изменения в структуре происходят на агрегатном уровне. Наиболее гумусированы почвы на участках с ненарушенной растительностью, а также с минимальной и слабой степенью пастбищной нагрузки, участки с сильной и очень сильной степенью пастбищной нагрузки имеют низкое содержание гумуса. В таких условиях происходит значительное угнетение биохимической активности почв. Активность всех изученных ферментов в серой лесной почве пастбища снизилась более чем в два раза (рис. 2-4), по сравнению с лесным аналогом. Связано это с тем, что при пастбищной нагрузке создаются крайне неблагоприятные условия для активности ферментов. Эти условия создаются в самом верхнем, подвергающемся непосредственному воздействию скота горизонте. И как мы видим в наших исследованиях, уже на глубине 15-25 см активность ферментов не отличается в почве пастбища и лесной почве (рис. 2-4).

Активность каталазы в почве в большей степени зависит от воздушного режима, влажности, гранулометрического состава почв, чем от содержания органического вещества [2, 12]. Как демонстрирует рис. 2 активность каталазы серой лесной почвы под пастбищем на 48% ниже, чем под лесной растительностью. При интенсивной нагрузке на пастбища переуплотнение и изменение воздушного режима приводят к значительному снижению активности фермента. При распашке почв активность каталазы снижается незначительно. В пахотной почве могут создаваться условия способствующие активизации активности каталазы. Например, вследствие регулярного перемешивания почвы активизируются аэробные процессы [4-6].

Снижение активности инвертазы и дегидрогеназ в почве под пастбищем также значительно (рис. 3, 4). Угнетение активности дегидрогеназ вероятно связано с процессами, происходящими среди живого населения почвы, а именно с микробиологической активностью. Изменение физических и химических параметров почв при нагрузке на пастбища создает новые условия для почвенных микроорганизмов, и приводит к изменению структуры их сообществ. Учитывая, природу дегидрогеназ [14, 16] это не может не сказаться на их активности. Активность инвертазы в пахотных почвах не зависит от микробной биомассы и активности [17], но показывает значительную зависимость от растительной компоненты и часто коррелирует с плотностью растений и их составом. Показана высокая степень

зависимости активности этого фермента от содержания органического вещества [3-6, 10, 20].

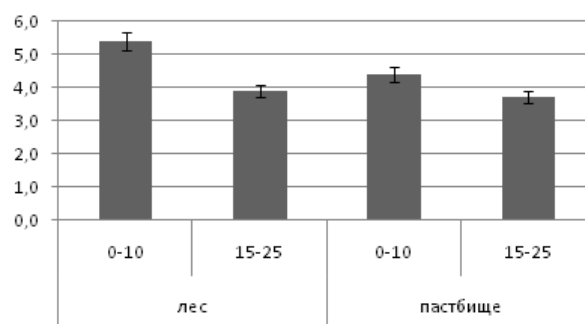


Рис. 1. Содержание гумуса в серой лесной почве, при интенсивной пастбищной нагрузке, %

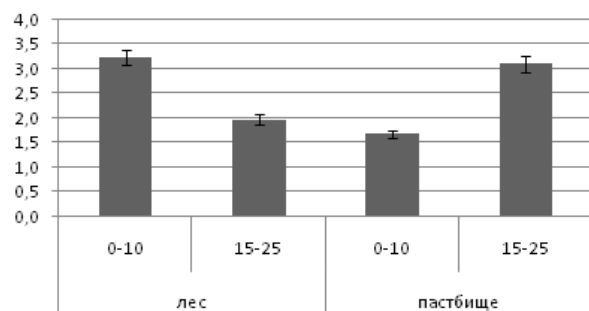


Рис. 2. Активность каталазы в серой лесной почве, при интенсивной пастбищной нагрузке, мл O₂/г почвы/мин

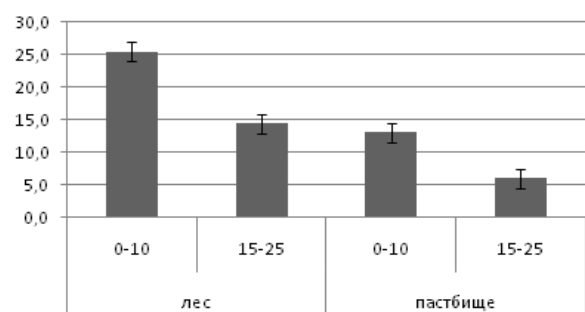


Рис. 3. Активность инвертазы в серой лесной почве, при интенсивной пастбищной нагрузке, мг глюкозы/г почвы/24 часа

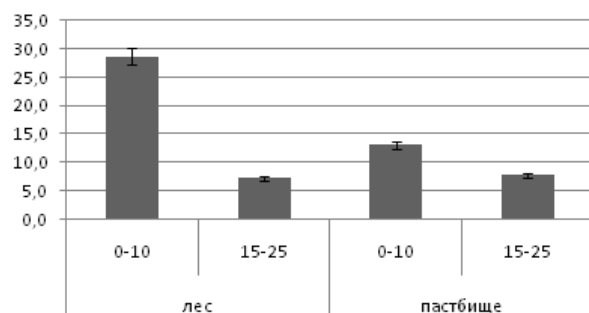


Рис. 4. Активность дегидрогеназ в серой лесной почве, при интенсивной пастбищной нагрузке, мг ТФФ/10г почвы/24 часа

Сходные результаты получены при изучении влияния пастбищной нагрузки на биологические свойства высокогорных почв в районе плато Лагонаки Кавказского государственного природного

биосферного заповедника. Данная территория подвергалась и подвергается интенсивной пастбищной и рекреационной нагрузке (туристические тропы). Как демонстрирует рис. 5, горно-луговая почва под пастбищем по всем показателям уступает своему аналогу, не подвергаясь антропогенной нагрузке. В верхних горизонтах разница составила для содержания гумуса – 48%, активности каталазы – 36%, инвертазы – 38%, дегидрогеназы – 21%. С глубиной отличия показателей луга и пастбища, хоть и становятся меньше, но все еще значительны и составляют в среднем 16-23% (рис. 6). Согласно литературным данным неумеренный выпас скота приводит в горно-луговых почвах к серьезным последствиям: распылению и ухудшению микро- и макроструктуры, увеличению плотности почв, сокращению общей порозности, значительному снижению содержания гумуса [14].

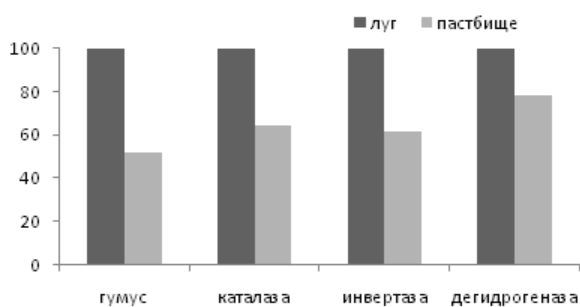


Рис. 5. Содержание гумуса и активность ферментов в горно-луговых почвах, горизонт 0-10 см, плато Лагонаки, Адыгея, % от максимума

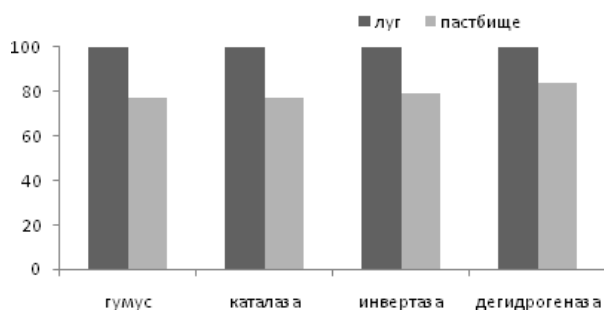


Рис. 6. Содержание гумуса и активность ферментов в горно-луговых почвах, горизонт 10-20 см, плато Лагонаки, Адыгея, % от максимума

Выводы: интенсивная нагрузка на пастбища приводит к снижению содержания органического вещества и активности ферментов. Показатели активности ферментов при этом снижаются в большей степени, чем в аналогичных почвах при распашке. Активность каталазы, в пахотных почвах снижающаяся незначительно, в почвах пастбищ снизилась на 35-48%. Связано это с тем, что при пастбищной нагрузке создаются крайне неблагоприятные условия по плотности и аэрации почв. Эти условия создаются в самом верхнем, подвергающемся непосредственному воздействию скота горизонте. В серой лесной почве уже на глубине 15-25 см отличия показателей незначительны. В горно-луговой почве на глубине 10-20 см почва антропогенного пастбища уступает по всем параметрам почве луга. Высокая чувствительность и информативность активности каталазы, инвертазы и дегидрогеназы в условиях

нагрузки на пастбища, а также их функциональная роль в почве, позволяют рекомендовать эти ферменты в качестве диагностического показателя последствий изменения пастбищных почв.

Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (6.345.2014/К) и государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-9072.2016.11).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Булгакова, М.А. Влияние пастбищной дигрессии на основные свойства лесостепных и степных черноземов Предуралья: автореф. дис. к.б.н. – Оренбург, 2013. 24 с.
2. Даденко, Е.В. Методические аспекты применения показателей ферментативной активности в биодиагностике и биомониторинге почв: дис. ... к.б.н. – Ростов-на-Дону, 2004. 158 с.
3. Даденко, Е.В. Оценка применимости показателей ферментативной активности в биодиагностике и мониторинге почв / Е.В. Даденко, Т.В. Денисова, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Поволжский экологический журнал. 2013. №4. С. 385-393.
4. Даденко, Е.В. Влияние распашки на биохимические свойства черноземов Юга России. Монография / Е.В. Даденко, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, М.А. Мясникова. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2015. 115 с.
5. Даденко, Е.В. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню / Е.В. Даденко, М.А. Мясникова, К.Ш. Казеев и др. // Почвоведение. 2014. № 6. С. 724-733.
6. 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 (5). С. 1274-1277.
7. Деградация и охрана почв / Под общ. ред. акад. РАН Г.В. Добровольского. – М.: Изд-во МГУ, 2002. 654 с.
8. Казеев, К.Ш. Биодиагностика почв: методология и методы исследований / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2012. 380 с.
9. Казеев, К.Ш. Влияние карбонатности пород на биологические свойства горных почв Северо-Западного Кавказа / К.Ш. Казеев, М.А. Кутровский, Е.В. Даденко и др. // Почвоведение. 2012. № 3. С. 327-335.
10. Прудникова, М.А. Использование биологических показателей в мониторинге и постагрогенных черноземов / М.А. Прудникова, Е.В. Даденко, О.Ю. Ермолаева и др. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2013. Т. 15. № 3 (5). С. 1406-1409.
11. Суцко, К.С. Деградация каштановых почв сухих степей долины Маныча под влиянием хозяйственной деятельности: дис... к.геогр.н. – Ростов-на-Дону, 2015. 189 с.
12. Тульская, Е.М. Иммунизация каталазы почвами / Е.М. Тульская, Д.Г. Звягинцев // Почвоведение. 1981. №12. С. 91-96.
13. Хазиев, Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. – М: Наука, 2005. 252 с.
14. Чумаченко, Ю.А. Высокогорные почвы Северо-Западного Кавказа: дис. ... к.б.н. – Майкоп, 2001. 137 с.
15. Bandick, A.K. Field management effects on enzyme activities / A.K. Bandick, R.P. Dick // Soil Biology and Biochemistry. 1999. V. 31. P. 1471-1479.
16. Burns, R.G. Enzyme activity in soil: Location and a possible role in microbial ecology // Soil Biology and Biochemistry. 1982. V. 14. P. 423-427.
17. Katsalirou, E. Long-term management effects on organic C and N pools and activities of C-transforming enzymes in prairie soils / E. Katsalirou, Sh. Deng, D.L. Nofziger,

- A. Gerakis // *European Journal of Soil Biology*. 2010. V. 46. P. 335-341.
18. Margesin, R.G. The impact of hydrocarbon remediation on enzyme activity and microbial properties of soil / R.G. Margesin, A. Walder, F. Schinner // *Acta Biotechnol.* 2000. V. 20. P. 313-333.
19. Trasar-Cepeda, C. An improved method to measure catalase activity in soils / C. Trasar-Cepeda, F. Camiña, M. Leirós, F. Gil-Sotres // *Soil Biology and Biochemistry*. 1999. Vol. 31, №. 3, P. 483-485.
20. Zhang, Y.B. Links between plant diversity, carbon stocks and environmental factors along a successional gradient in a subalpine coniferous forest in Southwest China / Y.B. Zhang, B.L. Duan, J.R. Xian et al. // *For. Ecol. Manage.* 2011. V. 262. P. 361-369.

INFLUENCE OF PASTURABLE LOAD ON THE ENZYMATIC ACTIVITY OF NORTHWEST CAUCASUS FOREST SOILS

© 2016 E.V. Dadenko, K.Sh. Kazeev, S.I. Kolesnikov

Southern Federal University

Change of indicators of enzymes activity and the maintenance of humus in soils of pastures under intensive loading is investigated. Pasturable loading leads to decrease in studied indicators. The maintenance of humus under pasture is 20-48% lower, activity of catalase for 35-48%; invertase for 49-50%; dehydrogenase – for 20-50%. The maximum changes fall on the top horizon which is exposed to direct influence. With depth the distinction in the studied indicators become less considerable.

Key words: *catalase, invertase, dehydrogenase, gray forest soil, mountain meadow soil*

Evgeniya Dadenko, Candidate of Biology, Associate Professor.

E-mail: dadenko@mail.ru

Kamil Kazeev, Doctor of Geography, Professor. E-mail:

kamil_kazeev@mail.ru

Sergey Kolesnikov, Doctor of Agriculture, Professor, Head of

the Department of Ecology and Nature Management. E-mail:

kolesnikov@sfned.ru