

УДК 574.9; 551.58; 631.46

UDC 574.9; 551.58; 631.46

ВЛИЯНИЕ ГИДРОТЕРМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА АКТИВНОСТЬ КАТАЛАЗЫ ЗОНАЛЬНЫХ ПОЧВ ЮГА РОССИИ¹

THE INFLUENCE OF HYDROTHERMAL CONDITIONS ON THE CATALASE ACTIVITY OF THE ZONAL SOILS OF THE SOUTH OF RUSSIA

Козунь Юлия Сергеевна
ассистент

Kozun Yuliya Sergeevna
assistant

КазеевКамильШагидуллоевич
д.г.н., профессор

Kazeev Kamil Shagidulloevich
Dr.Sci.Geol., professor

Колесников Сергей Ильич
д.с.-х.н., профессор

Kolesnikov Sergey Ilich
Dr.Sci.Agr., professor

Акименко Юлия Викторовна
ассистент

Akimenko Yuliya Viktorovna
assistant

Мясникова Маргарита Алексеевна
ассистент

Myasnikova Margarita Alekseevna
assistant

Черникова Мария Петровна
магистрант
Южный федеральный университет

Chernikova Maria Petrovna
master's degree student
South Federal University

Гидротермические условия оказывают значительное влияние на активность каталазы почв Юга России. Установлена линейная зависимость активности каталазы в верхних горизонтах почв от среднегодового количества осадков, индекса аридности де Мартонна и коэффициента увлажнения Мезенцева. При пересчете активности каталазы на весь гумусовый профиль, выявлено, что максимальной активностью обладает чернозем выщелоченный, расположенный в медиальных для юга России условиях климата

Hydrothermal conditions have a significant effect on catalase activity of soils of the South of Russia. The linear dependence of catalase activity in the upper horizons soils from average annual rainfall, aridity index of de Martonne and the coefficient of moisture of Mezentseva. In terms of catalase activity of the entire humus profile we revealed that the maximum activity has leached black soil, located in the medial climate conditions of the South of Russia

Ключевые слова: ПОЧВА, ЧЕРНОЗЕМ, ГУМУС

Keywords: SOIL, BLACK SOIL, HUMUS

Введение

Гидротермические условия являются наиболее важным из факторов, регулирующих почвенные процессы. Специфика почвы как среды обитания состоит в том, что это трехфазная система с развитой твердой поверхностью, которая соседствует с жидкой и газовой фазами [16]. Гидротермический режим определяет тонус жизнедеятельности почвенных

¹Исследование выполнено в рамках проектной части государственного задания в сфере научной деятельности Министерства образования и науки РФ №6.345.2014/Ки государственной поддержке ведущей научной школы Российской Федерации (НШ-2449.2014.4).

организмов, растений, активность биохимических процессов почвы [38,39].

Выведены уравнения регрессии для всех изученных ферментов в зависимости от температуры и влажности [11]. Но все эти уравнения рассчитана на примере лабораторных модельных экспериментов, а исследований посвящено изменению ферментативной активности почв вследствие потепления почвы в естественных полевых исследованиях очень мало. Так, например, в бореальных лесах отмечено снижение микробной биомассы при увеличении температуры почвы на $0,5^{\circ}\text{C}$, но этот незначительный подогрев почвы не оказывает достоверного влияния на активность ферментов [1]. На залежи, потепление почвы на 1°C не оказывает влияния на активность почвенных ферментов [2]. В другом эксперименте на залежи, не было также никаких долгосрочных последствий экспериментального потепления на ферментативную активность [9]. При потеплении климата наблюдается снижение активности гидролаз, активность оксидоредуктаз не [4]. Установлено снижение активностей β -ксилозидазы и β -гликозидазы по сравнению с не нагретой почвой [6]. Другие исследования подтверждают увеличение ферментативной активности почв при увеличении ее температуры [3,10]. В связи с противодействующим эффектом синтеза и деградации фермента, трудно предсказать последствия потепления на запас почвенных ферментов. Кроме того, каждый фермент имеет разную чувствительность к температуре и поэтому изменения климата могут привести к не одинаковым последствиям для каждого фермента [7,8].

Представляемая работа является частью цикла научных исследований по изучению биологических свойств [20,24,28,32,33] и влияния антропогенных воздействий на почвы юга России [14,23,25,26,27,29,34]. Целью исследования являлось установить

зависимость активности каталазы от гидротермических параметров в зональных почвах юга России в естественных условиях.

Объекты исследования

При выявлении влияния гидротермических условий на активность каталазы в естественных условиях были изучены 12 типов и подтипов зональных почв, расположенных в различных гидротермических условиях (табл.1). Исследования проводили в Ростовской и Астраханской областях и Республиках Калмыкия и Адыгея, а также в Краснодарском Крае.

На исследуемой территории изучены черноземы южные, черноземы обыкновенные, черноземы типичные, черноземы выщелоченные, черноземы слитые, серые лесостепные, серые лесные, темно-серые лесные, бурые лесные и луговые субальпийские, а так же каштановые и бурые полупустынные почвы [12,18,19].

При обобщении климатических характеристик изучаемой территории выявлено, что на территории с максимальным среднегодовым количеством осадков и минимальной амплитудой температур расположены горные почвы. Самая сухая и теплая территория – зона бурых полупустынных почв. Для этой зоны отмечено минимальное количество осадков и максимальная среднегодовая температура. Минимальные среднегодовые температуры отмечены для территорий черноземов южных.

Проведенный ранее анализ климатических параметров исследуемого района показал, что для выявления влияния гидротермических условий на биоту и биологическую активность почв, больше подходят средняя максимальная амплитуда температур воздуха и годовое количество осадков [30,31].

Таблица 1

Изменение гидротермических показателей и активности каталазы на исследуемой территории [35,36]

Населенный пункт, угодье	Почва	Осадки, ср. год., мм	Тем-ра ср. год., °С	Амплитуда ср. год., °С	Индекс аридности де Мартона	Кэф-т увл. Мезенцева	Гранолометрический состав	Каталаза, мл О ₂ /г/мин
ст. Вешенская, залежь	Чернозем южный	438	7,0	31,0	25,8	1,4	легкосугл	2,4
х. Кружилинский, залежь	Чернозем южный	442	7,2	30,4	25,7	1,2	среднесугл	4,1
г. Кашары, залежь	Чернозем южный	461	7,4	30,1	26,5	1,3	тяжелосугл	7,3
г. Каменск-Шахтинский, залежь	Чернозем южный	414	8,2	29,6	22,7	1,4	тяжелосугл	7,3
г. Ростов-на-Дону, залежь	Чернозем обыкновенный	495	8,6	28,6	26,6	1,4	тяжелосугл	11,7
с. Степное, залежь	Чернозем обыкновенный	479	8,6	27,4	24,8	1,3	тяжелосугл	9,5
ст.Березанская, залежь	Чернозем типичный	556	10,2	26,4	27,5	1,4	тяжелосугл	8,8
ст. Кирпильская, пастбище	Чернозем выщелоченный	637	10,6	25,4	30,9	1,6	глинист	8,3
г. Белореченск, лесхоз	Чернозем слитой	713	10,3	24,9	35,1	1,8	глинист	4,9
г. Майкоп, лес	Серая лесостепная	702	10,5	23,8	34,2	2,2	тяжелосугл	9,6
ст. Даховская, лес	Серая лесная	738	9,0	21,6	38,8	2,8	тяжелосугл	8,8
с. Хамышки, лес	Темно-серая лесная	941	7,1	20,2	55,0	4,0	тяжелосугл	5,9
п. Гузерибль, лес	Бурая лесная	1132	8,2	20,4	62,2	5,8	тяжелосугл	6,1
Пастбище Абаго, субальпийский луг	Луговая субальпийская	1675	9,8	19,4	90,7	5,8	тяжелосугл	15,5
п. Зимовники, залежь	Каштановая	379	10,1	30,2	19,0	1,1	тяжелосугл	9,8
с. Ремонтное, залежь	Каштановая	322	11,3	30,2	15,3	0,9	тяжелосугл	6,7
г.Элиста, залежь	Каштановая	315	10,4	30,9	15,8	0,9	тяжелосугл	6,1
п. Яшкуль, пастбище	Бурая полупустынная	243	11,6	31,3	11,6	0,6	среднесугл	6,7
с. Хулхута, пастбище	Бурая полупустынная	221	11,8	32,2	10,5	0,5	среднесугл	2,7
г. Астрахань, залежь	Бурая полупустынная	160	12,1	31,9	7,3	0,4	супесч	2,4

Методика исследований

При получении аналитических данных, используемых в настоящей работе, применялась разработанная и апробированная методология исследования биологической активности [13,17,25] с использованием общепринятых в почвоведении и биологии методов [21,22,37].

В основу исследований был положен системный подход к познанию природных объектов и явлений. Изучение биологической активности почв проводилось в двух аспектах: сравнительно-географическом и профилно-генетическом.

Для изучения морфологии почв и отбора почвенных образцов для последующих лабораторных работ были заложены полнопрофильные разрезы и прикопки к ним на типичных по рельефу и растительности ключевых участках. Поскольку биологические свойства почв отличаются значительным природным варьированием, все образцы были отобраны в течение одного дня в сходных погодных условиях. Активность каталазы изучали при естественном рН почвы методом Галстяна.

В работе использованы индексы аридности по Де Мартонну и гидротермический коэффициент по Мезенцеву [5,15,40,41]. Индекс аридности Де Мартона: $I_a = P / (T + 10)$, где P - годовое количество осадков, T - среднегодовая температура

Результаты исследования

Значения каталазы в поверхностных горизонтах почв сильно варьировали на исследуемой территории. Значительный интерес вызывает профилное распределение активности каталазы в аридных почвах. Оно осложнено наличием карбонатных, солонцовых и солевых горизонтов в нижней части профиля исследуемых почв. Влияние этих факторов на биологическую активность были отражены нами ранее в работах [24,33]. Сочетание гидротермических и эдафических факторов формируют сложный характер изменения обилия биоты и биологической активности в пределах почвенного профиля (рис.1). Часто наблюдались инверсии каталазной активности, значения которой ниже в верхней перегретой и иссушенной части профиля, и увеличена в средней и нижней части профиля. Для лесных почв выявлен убывающий характер распределения данного фермента в профиле.

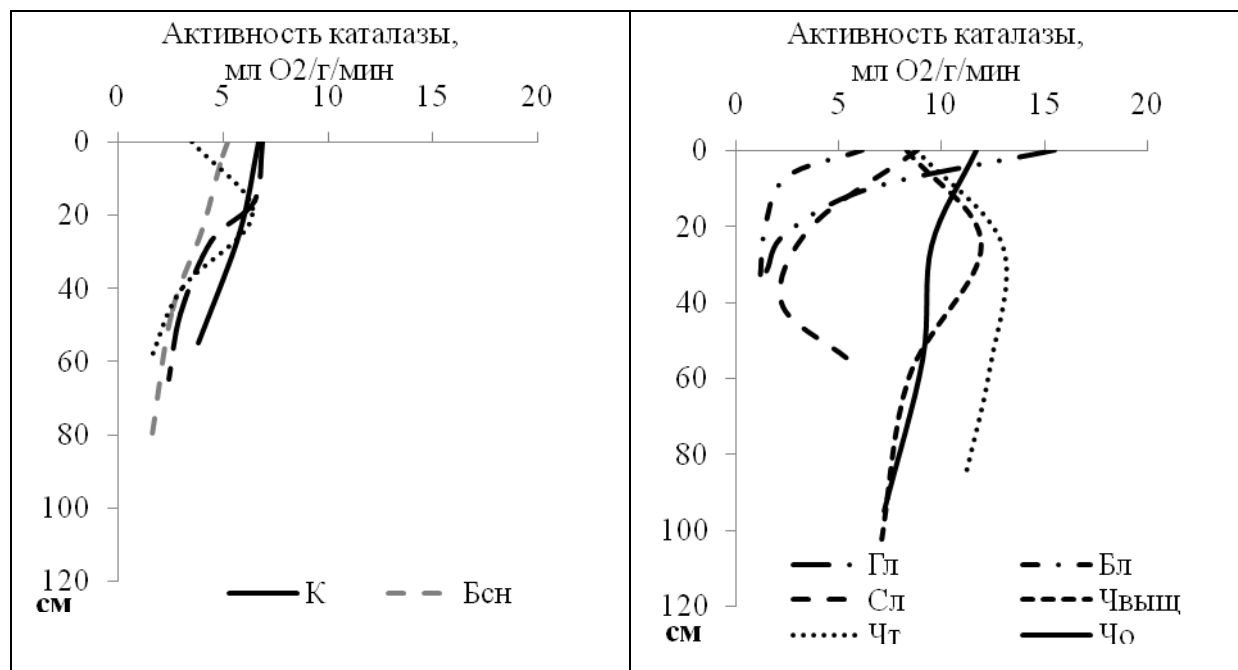
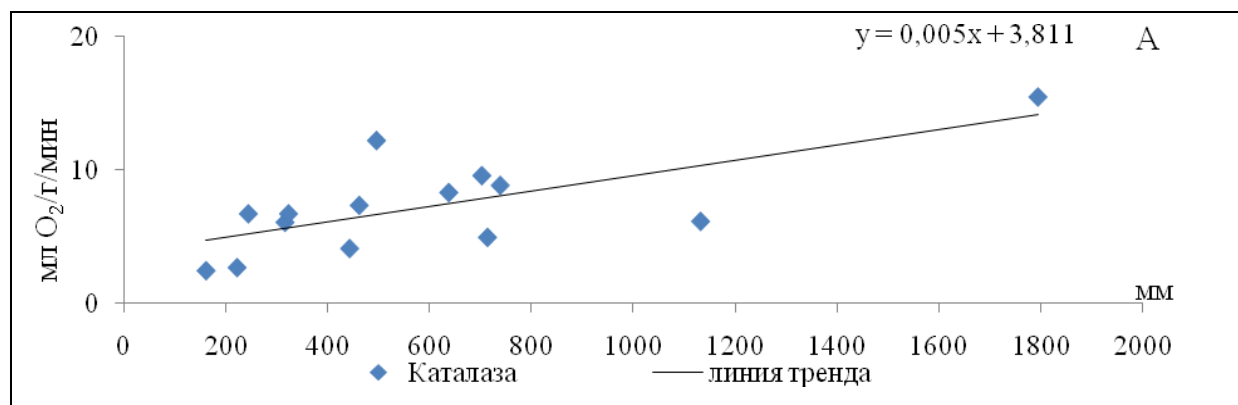


Рис.1. Изменение активности каталазы в профилях зональных почв юга России.

Зависимость каталазной активности от отдельных гидротермических характеристик выражена слабее, чем, например, содержание гумуса[30,31]. Коэффициент корреляции зависимости каталазы от количества осадков составил 0,7. Из полученного линейного уравнения следует, что активность каталазы меняется 0,5 мл O₂/г/мин пропорционально изменению количества осадков на 100 мм (рис.2). Максимальная активность каталазы при пересчете на весь гумусовый горизонт выявлена при среднегодовом количестве осадков около 600 мм/год. В данных значениях расположен участок с черноземами выщелоченными. Выше и ниже данных значений количества осадков наблюдается снижение активности каталазы при пересчете на гумусовый горизонт.



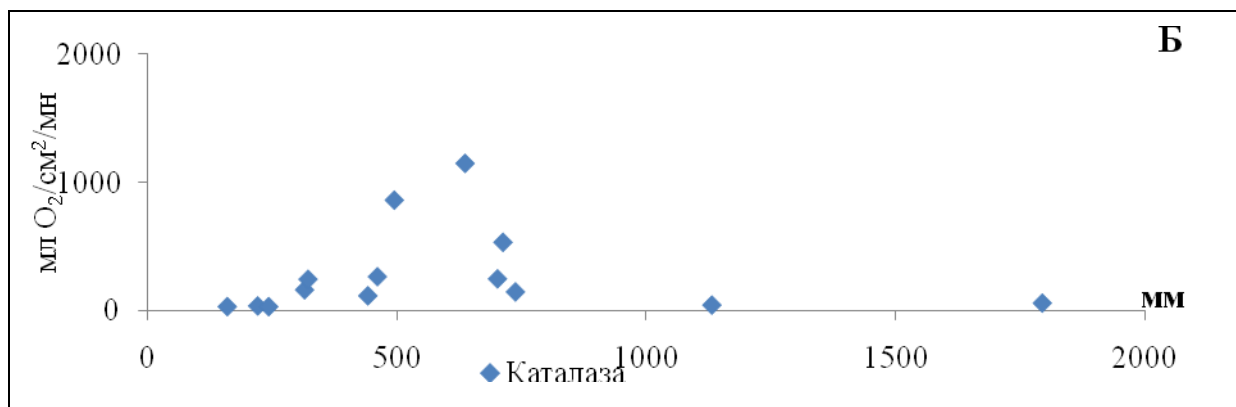


Рис. 2. Изменение активности каталазы в зональных почвах юга России в верхних горизонтах (А) и при пересчете на весь гумусовый профиль (Б) в зависимости от среднегодового количества осадков

Не выявлено линейной зависимости активности каталазы от среднегодовой температуры, но из рисунка видна более сложная квадратичная зависимость. Максимальные значения активности каталазы наблюдаются при среднегодовой температуре около 10 °С (рис.3). В данных температурных условиях расположены луговые субальпийские почвы. Активность каталазы как более динамичный показатель может определяться действием более непостоянными факторами, чем среднегодовая температура, такими как среднесуточная и среднемесячная температуры, влажность почвы и влиянием биоты. Так, например, установлена тесная линейная зависимость активности каталазы от средней температуры июля и января. Коэффициент корреляции составил -0,53 для средней температуры июля и 0,61 для средней температуры января.

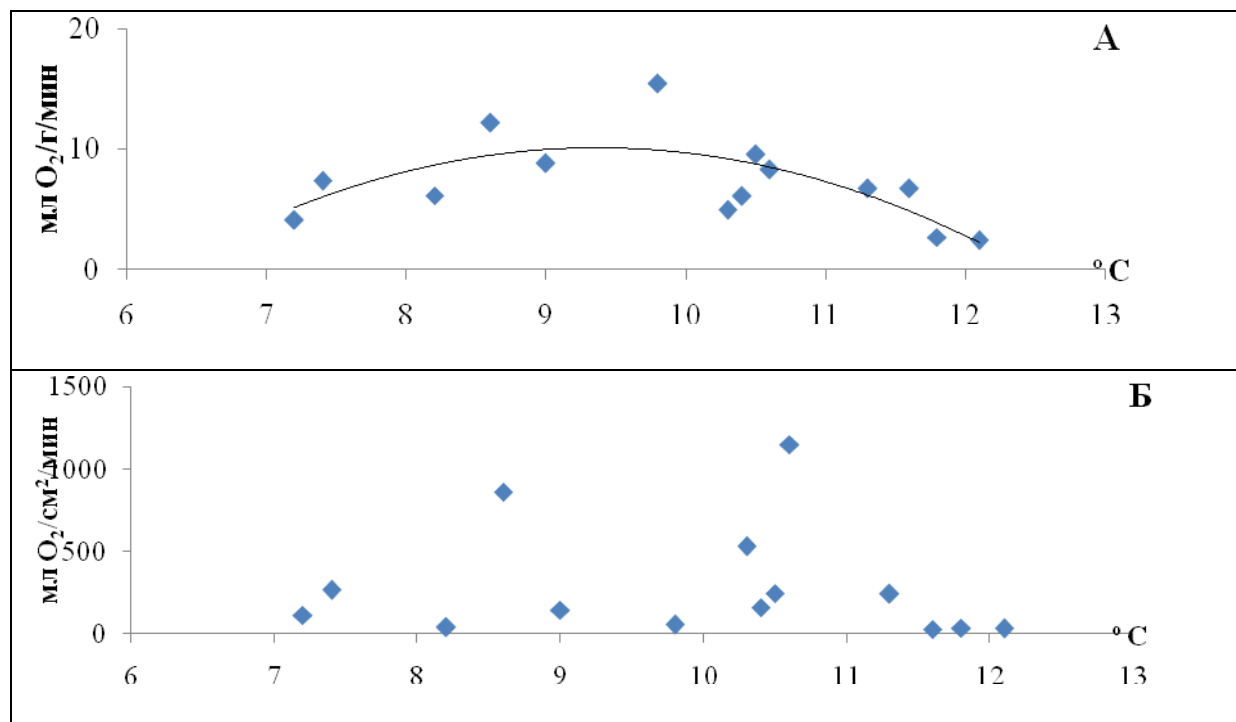


Рис. 3. Изменение активности каталазы в зональных почвах юга России в верхних горизонтах (А) и при пересчете на весь гумусовый профиль (Б) в зависимости от среднегодовой температуры

Для активности каталазы в поверхностных горизонтах почв не обнаружено зависимости от среднегодовой амплитуды температуры. Наблюдается резкий спад активности при высоких значения амплитуды, характерные для полупустынных районов изучаемого региона. При рассмотрении активности каталазы в гумусовом горизонте выявлены некоторые закономерности распределения. При низких и высоких значениях амплитуды профиль почв характеризуется низкими значениями активности каталазы. При амплитуде 25-29 °С активность каталазы в гумусовом профили максимальная. Данной амплитудой характеризуются степные районы с черноземами обыкновенными и выщелоченными. При пересчете изменения активности каталазы в зависимости от индекса де Мартона установлено, что при увеличении индекса на единицу активность фермента каталазы увеличится на 0,11 мл O₂/г/мин. При пересчете активности на гумусовый профиль установлены значения

индекса при которых активность каталазы максимальна. При значениях индекса 25-40 активность каталазы резко возрастает (рис. 4).

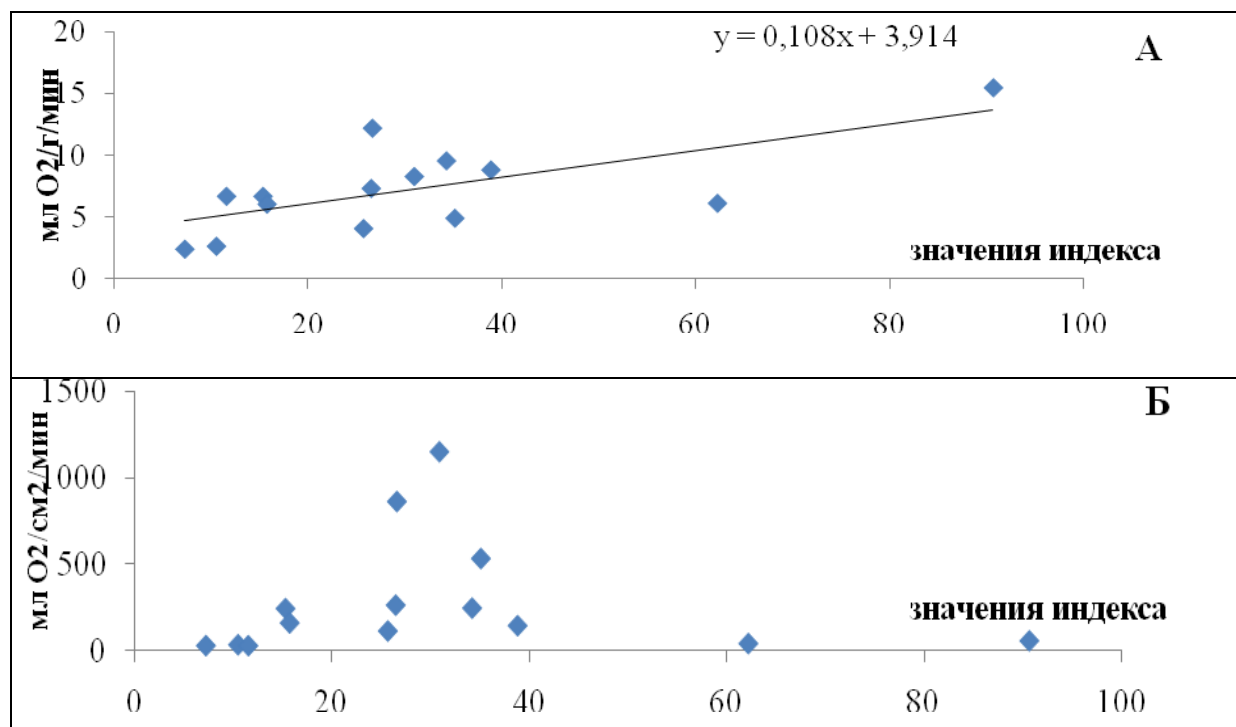


Рис. 4. Изменение активности каталазы в зональных почвах юга России в верхних горизонтах (А) и при пересчете на гумусовый горизонт (Б) в зависимости от индекса аридности де Мартонна

Так же выявлена линейная зависимость активности каталазы в поверхностных горизонтах исследуемых почв от коэффициента увлажнения Мезенцева. При пересчете на гумусовый горизонт активность каталазы в зависимости от коэффициента увлажнения Мезенцева максимальна в значениях 1,4-1,6. Условия увлажнения выше и ниже данных значений оказывают угнетающее действие на активность каталазы при пересчете на гумусовый горизонт.

Таким образом, можно сделать следующие выводы, что максимальная зависимость активности каталазы выявлена в экстремально аридных климатических условиях. Каталазная активность имеет сложные непрямолинейные зависимости от гидротермических характеристик. Применение профильного подхода при выявлении пространственных закономерностей распределения биологической активности позволило

показать сходство с реакцией биоты на действие экологических факторов. Минимальные и максимальные значения гидротермического показателя приводят к снижению биологической активности. Установлена высокая информативность активности каталазы при выявлении зависимости от гидротермических условий.

Список литературы

1. Allison S.D., Treseder K.K. Warming and drying suppress microbial activity and carbon cycling in boreal forest soils // *Global Change Biology*. 2008. №14. P. 2898-2909.
2. Bell T.H., Henry H.A.L. Fine scale variability in soil extracellular enzyme activity is insensitive to rain events and temperature in a mesic system // *Pedobiologia*. 2011. №54. P. 141-146.
3. Bell T.H., Klironomos J.N., Henry H.A.L. Season responses of extracellular enzyme activity and microbial biomass to warming and nitrogen addition. *Soil // Science Society of America Journal*. 2010. №74. P. 820-828.
4. Cusack D.F., Torn M.S., McDowell W.H., Silver W.L. The response of heterotrophic activity and carbon cycling to nitrogen additions and warming in two tropical soils // *Global Change Biology*. 2010. №16. P. 2555-2572.
5. Eds Oliver J.E., Fairbridge R.W. *The Encyclopedia of Climatology // The Encyclopedia of Earth Sciences*. New York: van Nostrand Reinhold, 1987. 963 p.
6. Kardol P., Cregger M.A., Campy C.E., Classen, A.T. Soil ecosystem functioning under climate change: plant species and community effects // *Ecology*. 2010. №91. P. 767-781.
7. Koch O., Tscherko D., Kandeler E. Temperature sensitivity of microbial respiration, nitrogen mineralization, and potential soil enzyme activities in organic alpine soils // *Global Biogeochemical Cycles*. 2007. № 21(4), GB4017.
8. Luxhoi J., Magid J., Tscherko D., Kandeler E. Dynamics of invertase, xylanase and coupled quality indices of decomposing green and brown plant residues. // *Soil Biology & Biochemistry*. 2002. № 34, P. 501-508.
9. Steinweg J.M. *Sensitivity of Microbial Community Physiology to Soil Moisture and Temperature in an Old Field Ecosystem*, Graduate Degree Program in Ecology. Colorado State University. Fort Collins. 2011.
10. Weedon J.T., Kowalchuk G.A., Aerts R., van Hal J., van Logtestijn R., Tas N., Roling van Bodegom P.M. Summer warming accelerates sub-arctic peatland nitrogen cycling without changing enzyme pools or microbial community structure // *Global Change Biology*. 2011. №10. P. 1365-2486.
11. Абрамян С.А. Изменение ферментативной активности почв под влиянием естественных и антропогенных факторов // *Почвоведение*, 1992. № 7. С 70-82.
12. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. *Почвы Юга России*. Ростов-на-Дону: Изд-во «Эверест», 2008. 276 с.
13. Вальков В.Ф., Казеев К.Ш., Колесников С.И. *Методология исследования биологической активности почв на примере Северного Кавказа // Научная мысль Кавказа*. Издательство СКНЦВШ. 1999. №1. С. 32-37.
14. Даденко Е.В., Мясникова М.А., Казеев К.Ш., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологическая активность чернозема обыкновенного при длительном использовании под пашню // *Почвоведение*. 2014. №6. С. 724-733.

15. Дажо Р. Основы экологии – М.: Прогресс, 1975. 354 с.
16. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во Московского университета. 2007. 508 с.
17. Казеев К.Ш. Изменение биологической активности почв предгорий Северо-Западного Кавказа при антропогенном воздействии. Диссертация...канд.биол.наук. Краснодар. 1996. 133 с.
18. Казеев К.Ш., Гайдамакина Л.Ф., Овдиенко Р.В., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Зональная изменчивость почв Северного Кавказа // Известия РАН. Серия географическая, 2006. № 5, С. 36-45.
19. Казеев К.Ш., Даденко Е.В., Денисова Т.В., Везденева Л.С., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биогеография и биодиагностика почв юга России. Ростов-на-Дону: Ростиздат. 2007. 226 с.
20. Казеев К.Ш., Козин В.К., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологические особенности почв влажных субтропиков // Почвоведение. 2002. № 12. С. 1474-1478.
21. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. 2012. 380 с.
22. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Издательство Южного федерального университета. 2012. 380 с.
23. Казеев К.Ш., Креница А.М., Колесников С.И., Казадаев А.А., Булышева Н.И., Утянская Н.И., Внукова Н.В., Вальков В.Ф. Биологические свойства почв каштаново-солонцовых комплексов // Почвоведение, 2005, №4. С. 464-474.
24. Казеев К.Ш., Кузнецова Ю.С. Эколого-биологические особенности аридных почв Прикаспийской низменности // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2010. № 5. С. 83-85.
25. Казеев К.Ш., Кутровский М.А., Даденко Е.В., Везденева Л.С., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Влияние карбонатности пород на биологические свойства горных почв Северо-Западного Кавказа // Почвоведение. 2012. № 3. С. 327-335.
26. Казеев К.Ш., Тер-Мисакянц Т.А., Ермолаева О.Ю., Козунь Ю.С., Прудникова М.А., Магомедов М.А., Бахарева Л.В., Чернокалова Е.В., Колесников С.И. Деграляция экосистем известняковых массивов Западного Кавказа при вырубке леса // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ). 2013. № 91 (07).
27. Казеев К.Ш., Тер-Мисакянц Т.А., Колесников С.И., Козунь Ю.С. Биодиагностика экологического состояния почв Западного Кавказа после вырубки леса // Известия Самарского научного центра. 2013. Т.15. №3(5). С. 1299-1301.
28. Казеев К.Ш., Фомин С.Е., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологические свойства локально переувлажненных почв Ростовской области // Почвоведение. 2004. № 3. С. 361-372.
29. Казеев К.Ш., Фомин С.Е., Колесников С.И., Вальков В.Ф. Биологические свойства локально переувлажненных почв Ростовской области // Почвоведение. 2004. № 3. С. 361-372.
30. Козунь Ю.С. Зависимость эколого-биологических показателей почв Ростовской области от климата // Известия высших учебных заведений. Северо-кавказский регион. Серия: естественные науки. 2013. № 3. с. 83-85.
31. Козунь Ю.С., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Влияние теневого эффекта Кавказа на биологическую активность почв // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. 2013. Т. 93. № 93 (03). С. 439-456. <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/83.pdf>.

32. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Вальков В.Ф. Влияние загрязнения тяжелыми металлами на эколого-биологические свойства чернозема обыкновенного // Экология. 2000в. №3. С. 193-201.

33. Кузнецова Ю.С., Казеев К.Ш. Влияние засоления на биологические свойства гидроморфных почв ильменей Астраханской области // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2010. №1. С. 90-93.

34. Мясникова М.А., Ермолаева О.Ю., Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биологические особенности разновозрастных постагрогенных черноземов Ростовской области // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 6; URL: <http://www.science-education.ru/113-118>

35. Справочник по климату СССР. Осадки. Вып. 13, часть 4, Ленинград, Гидрометеиздат, 1968, 492 с.

36. Справочник по климату СССР. Температура воздуха и почвы. Вып. 13, часть 2, Ленинград, Гидрометеиздат, 1966, 492 с.

37. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука. 1990. 189 с.

38. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. М.: Наука. 1982. 203с.

39. Хазиев Ф.Х., Гулько А.Е. Ферментативная активность почв агроценозов и перспективы ее изучения // Почвоведение. 1991, №8. С. 88-103.

40. Хромов С. П., Петросянц М. А. Метеорология и климатология: М.: Изд-во МГУ, 2001. 528 с.

41. Хрусталеv Ю.П., Борликов Г.М., Хулхачиев Б.С. Эколого-географический словарь-справочник. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2002. 231 с.

References

1. Allison S.D., Treseder K.K. Warming and drying suppress microbial activity and carbon cycling in boreal forest soils // *Global Change Biology*. 2008. №14. R. 2898-2909.

2. Bell T.H., Henry H.A.L. Fine scale variability in soil extracellular enzyme activity is insensitive to rain events and temperature in a mesic system // *Pedobiologia*. 2011. №54. R. 141-146.

3. Bell T.H., Klironomos J.N., Henry H.A.L. Season responses of extracellular enzyme activity and microbial biomass to warming and nitrogen addition. *Soil // Science Society of America Journal*. 2010. №74. R. 820-828.

4. Cusack D.F., Torn M.S., McDowell W.H., Silver W.L. The response of heterotrophic activity and carbon cycling to nitrogen additions and warming in two tropical soils // *Global Change Biology*. 2010. №16. R. 2555-2572.

5. Eds Oliver J.E., Fairbridge R.W. *The Encyclopedia of Climatology // The Encyclopedia of Earth Sciences*. New York: van Nostrand Reinhold, 1987. 963 p.

6. Kardol P., Cregger M.A., Campany C.E., Classen, A.T. Soil ecosystem functioning under climate change: plant species and community effects // *Ecology*. 2010. №91. R. 767-781.

7. Koch O., Tscherko D., Kandeler E. Temperature sensitivity of microbial respiration, nitrogen mineralization, and potential soil enzyme activities in organic alpine soils // *Global Biogeochemical Cycles*. 2007. № 21(4), GB4017.

8. Luxhoi J., Magid J., Tscherko D., Kandeler E. Dynamics of invertase, xylanase and coupled quality indices of decomposing green and brown plant residues. // *Soil Biology & Biochemistry*. 2002. № 34, R. 501-508.

9. Steinweg J.M. Sensitivity of Microbial Community Physiology to Soil Moisture and Temperature in an Old Field Ecosystem, Graduate Degree Program in Ecology. Colorado State University. Fort Collins. 2011.

10. Weedon J.T., Kowalchuk G.A., Aerts R., van Hal J., van Logtestijn R., Tas N., Roling van Bodegom P.M. Summer warming accelerates sub-arctic peatland nitrogen cycling without changing enzyme pools or microbial community structure // *Global Change Biology*. 2011. №10. R. 1365-2486.

11. Abramjan S.A. Izmenenie fermentativnoj aktivnosti pochv pod vlijaniem estestvennyh antropogennyh faktorov // *Pochvovedenie*, 1992. № 7. S. 70-82.

12. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. *Pochvy Juga Rossii*. Rostov-na-Donu: Izd-vo «Jeverest», 2008. 276 s.

13. Val'kov V.F., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Metodologija issledovanija biologicheskogo aktivnosti pochv na primere Severnogo Kavkaza // *Nauchnaja mys' Kavkaza*. Izdatel'stvo SKNCVSh. 1999. №1. S. 32-37.

14. Dadenko E.V., Mjasnikova M.A., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biologicheskaja aktivnost' chernozema obyknovennogo pri dlitel'nom ispol'zovanii pod pashnju // *Pochvovedenie*. 2014. №6. S. 724-733.

15. Dazho R. *Osnovy jekologii* – M.: Progress, 1975. 354 s.

16. Zvjagincev D.G. *Pochvaimikroorganizmy*. M.: Izd-vo Moskovskogo universiteta. 2007. 508 s.

17. Kazeev K.Sh. Izmenenie biologicheskogo aktivnosti pochv pred gorij Severo-Zapadnogo Kavkaza pri antropogennom vozdejstvii. Dissertacija... kand. biol. nauk. Krasnodar. 1996. 133 s.

18. Kazeev K.Sh., Gajdamakina L.F., Ovdienko R.V., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Zonal'naja izmenchivost' pochv Severnogo Kavkaza // *Izvestija RAN. Serija geograficheskaja*, 2006. № 5, S. 36-45.

19. Kazeev K.Sh., Dadenko E.V., Denisova T.V., Vezdeneeva L.S., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biogeografija i biodiagnostika pochv Juga Rossii. Rostov-na-Donu: Rostizdat. 2007. 226 s.

20. Kazeev K.Sh., Kozin V.K., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biologicheskiesobennosti pochv laznyh subtropikov // *Pochvovedenie*. 2002. № 12. S. 1474-1478.

21. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Biodiagnostika pochv: metodologija i metody issledovanij. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Juzhnogo federal'nogo universiteta. 2012. 380 s.

22. Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I. Biodiagnostika pochv: metodologija i metody issledovanij. Rostov-na-Donu: Izdatel'stvo Juzhnogo federal'nogo universiteta. 2012. 380 s.

23. Kazeev K.Sh., Kremenica A.M., Kolesnikov S.I., Kazadaev A.A., Bulysheva N.I., Utjanskaja N.I., Vnukova N.V., Val'kov V.F. Biologicheskiesvojstva pochv kashtanovo-soloncovyh kompleksov // *Pochvovedenie*, 2005, №4. S. 464-474.

24. Kazeev K.Sh., Kuznecova Ju.S. Jekologo-biologicheskiesobennosti aridnyh pochv Prikaspijskoj nizmennosti // *Izvestija vuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennyenauki*. 2010. № 5. S. 83-85.

25. Kazeev K.Sh., Kutrovskij M.A., Dadenko E.V., Vezdeneeva L.S., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Vlijanie karbonatnostiprodnobiologicheskiesvojstv agornyh pochv Severo-Zapadnogo Kavkaza // *Pochvovedenie*. 2012. № 3. S. 327-335.

26. Kazeev K.Sh., Ter-Misakjanc T.A., Ermolaeva O.Ju., Kozun' Ju.S., Prudnikova M.A., Magomedov M.A., Bahareva L.V., Chernokalova E.V., Kolesnikov S.I. Degradacija jekosistem izvestnjakovyh massivov Zapadnogo Kavkaza pri vyrubke lesa //

PolitematiceskijsetevojjelektronnyjnauchnyzhurnalKubanskogogosudarstvennogoagrarnogo universiteta (NauchnyzhurnalKubGAU). 2013. № 91 (07).

27. KazeevK.Sh., Ter-Misakjanc T.A., Kolesnikov S.I., Kozun' Ju.S. BidiagnostikajekologicheskogosostojanijapochvZapadnogoKavkazaposlevyrubkilesa // IzvestijaSamarskogonauchnogocentra. 2013. T.15. №3(5). S. 1299-1301.

28. KazeevK.Sh., Fomin S.E., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biologicheskiesvojtvalokal'nopereuvlazhnennyhpochvRostovskojoblasti // Pochvovedenie. 2004. № 3. S. 361-372.

29. KazeevK.Sh., Fomin S.E., Kolesnikov S.I., Val'kov V.F. Biologicheskiesvojtvalokal'nopereuvlazhnennyhpochvRostovskojoblasti // Pochvovedenie. 2004. № 3. S. 361-372.

30. Kozun' Ju.S. Zavisimost' jekologo-biologicheskikh pokazatelej pochv Rostovskoj oblasti ot klimata // Izvestijavysshihuchebnyhzavedenij. Severo-kavkazskij region. Serija: estestvennyenauki. 2013. № 3. s. 83-85.

31. Kozun' Ju.S., KazeevK.Sh., Kolesnikov S.I. VlijanietenevogojeffektaKavkazanabiologicheskijuaktivnost' pochv // PolitematiceskijsetevojjelektronnyjnauchnyzhurnalKubanskogogosudarstvennogoagrarnogo universiteta. 2013. T. 93. № 93 (03). S. 439-456. <http://ej.kubagro.ru/2013/09/pdf/83.pdf>.

32. Kolesnikov S.I., KazeevK.Sh., Val'kov V.F. Vlijaniezagrjaznenijatjzhelymimetallaminajekologo-biologicheskiesvojtva chernozema obyknovennogo // Jekologija. 2000v. №3. S. 193-201.

33. Kuznecova Ju.S., KazeevK.Sh. Vlijaniezasolenijanabiologicheskiesvojtva gidromorfnyhpochvil'menej Astrahanskoj oblasti // Izvestijavuzov. Severo-Kavkazskij region. Estestvennyenauki. 2010. №1. S. 90-93.

34. Mjasnikova M.A., Ermolaeva O.Ju., KazeevK.Sh., Kolesnikov S.I. Biologicheskiesobennostiraznovozrastnyhpogostagrogennyh chernozemov Rostovskoj oblasti // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. 2013. № 6; URL: <http://www.science-education.ru/113-118>

35. Spravochnik poklimatu SSSR. Osadki. Vyp.13, chast' 4, Leningrad, Gidrometeoizdat, 1968, 492 s.

36. Spravochnik poklimatu SSSR. Temperaturavozduhaipochvy. Vyp.13, chast' 2, Leningrad, Gidrometeoizdat, 1966, 492 s.

37. Haziev F.H. Metodypochvennojzenzimologii. M.: Nauka. 1990. 189 s.

38. Haziev F.H. Sistemno-jekologicheskij analiz fermentativnojaktivnostipochv. M.: Nauka. 1982. 203s.

39. Haziev F.H., Gul'ko A.E. Fermentativnajaaktivnost' pochv agrocenozoviperspektivyeeizuchenija // Pochvovedenie. 1991, №8. S. 88-103.

40. Hromov S. P., Petrosjanc M. A. Meteorologija i klimatologija: M.: Izd-vo MGU, 2001. 528 s.

41. Hrustalev Ju.P., Borlikov G.M., Hulhachiev B.S. Jekologo-geograficheskij slovar'-spravochnik. Rostov-na-Donu: SKNC VSh, 2002. 231 s.