

## ОЦЕНКА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ БИОЦЕНОЗОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ И ЛЕСОСТЕПНОГО ПОЯСА ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

© 2010 Ф.В. Хежева, Т.С. Улигова, Р.Х. Темботов

Институт экологии горных территорий КБНЦ РАН, г. Нальчик

Поступила в редакцию 07.05.2010

Определена ферментативная активность (инвертаза, каталаза, фосфатаза) черноземных почв степной зоны и лесостепного пояса терского варианта поясности Кабардино-Балкарии. Изученные черноземы проявляют среднюю ферментативную активность. Выявлены сопряженные изменения активности ферментов между собой, с содержанием гумуса и гигроскопической влажностью.

Ключевые слова: *Кабардино-Балкария, почва, ферментативная активность*

Изучением ферментативной активности почв юга России, в частности Ростовской области, занимаются такие исследователи как В.Ф. Вальков, С.И. Колесников, К.Ш. Казеев [1-4]. В их работах подробно рассматриваются особенности ферментативной активности разных типов почв, дана сравнительно-географическая оценка черноземов степных районов равнин и предгорного лесостепья в комплексе с микробиологическими и абиотическими характеристиками (рН, поглощенные основания, содержание ила). Определение ферментативной активности многообразных типов почв Центрального Кавказа, расположенных в различных природно-климатических условиях, весьма актуально для пополнения имеющихся сведений об активности почвенных ферментов. Исходя из этого, изучение ферментативной активности почв Кабардино-Балкарии позволит значительно расширить представление о биохимической сущности процессов почвообразования и формирования почвенного плодородия республики. До настоящего времени изучение ферментативной активности почв в биогеоценозах Кабардино-Балкарии не проводилось.

**Цель настоящего исследования:** определение каталазной, инвертазной и фосфатазной активностей черноземов терского варианта поясности Кабардино-Балкарии (по типизации Соколова, Темботова, 1989) [5]. В комплексе с ферментативной активностью определялись содержание гумуса, гигроскопическая влажность и реакция почвенной среды.

*Хежева Фатима Владимировна, кандидат химических наук, старший научный сотрудник лаборатории почвенно-экологических исследований. E-mail: him\_lab@mail.ru*  
*Улигова Татьяна Сахатгериевна, старший научный сотрудник лаборатории почвенно-экологических исследований. E-mail: him\_lab@mail.ru*  
*Темботов Рустам Хасанбиевич, стажер-исследователь лаборатории почвенно-экологических исследований. E-mail: him\_lab@mail.ru*

**Краткая характеристика района исследования.** В настоящей работе анализу подвергнуты черноземы, распространенные в степной зоне и лесостепном поясе терского варианта поясности Кабардино-Балкарии (высотные пределы точек отбора проб 231-594 м над ур. м., координаты – N 43°16'12" - 43°69'38", E 43°28'56" - 44°41'94") в условиях умеренно континентального (засушливые степи Кабардинской наклонной равнины), континентального сухого жаркого (хребты Арик и Терский) и умеренно теплого (предгорные лесостепи на юго-западе и западе Кабардинской наклонной равнины) климата. Соответствующие гидротермические коэффициенты колеблются в пределах 0,5-0,7; 0,3-0,5; 0,9-1,1. Количество атмосферных осадков в летний период в пределах от 200 до 450 мм. Почвообразующие породы – карбонатные глины, лессовидные суглинки и древние аллювиальные отложения [6, 7]. Исследуемые почвы относятся к черноземам южно-европейской фации, которые формируются в условиях теневого эффекта гор Северного Кавказа (предгорно-гумидная зональность) и характеризуются как почвы очень теплые, кратковременно и периодически промерзающие только в верхнем горизонте. Значительная толща чернозема в течение зимнего периода пребывает в активном состоянии. Это отличает их от всех других черноземов России [3].

Различные подтипы черноземов (обыкновенный, типичный, южный и выщелоченный, их разновидности – карбонатные, остаточнo-луговые, засоленные), сформировавшиеся на полого-наклонных равнинах, невысоких хребтах и возвышенностях под степной и лугово-степной многолетней травянистой растительностью, занимают значительную площадь терского варианта поясности, практически полностью распаханы и используются под различные зерновые культуры, реже – под плодовые насаждения

[8]. Соответствующие фитоценозы (разнотравно-злаковые или злаково-разнотравные) несколько варьируют по видовому составу. В сложении травостоя фитоценозов участвуют такие ксерофиты как мятлик узколистный, эгилопс цилиндрический, бородач кровеостанавливающий, шалфей сухостепной и другие. К особенностям фитоценозов следует отнести их высокую засоренность. Наиболее часто среди сорных видов встречаются ячмень заячий, вьюнок полевой, тонколучник обыкновенный, гулявник Лезелиев.

**Материал и методы исследования.** При выполнении работы сбор и анализ почвенных образцов на ферментативную активность осуществляли по общепринятым в экологии и почвоведении методам [2, 9, 10]. Пробы почв отбирались с поверхностного слоя (0-10 см) в естественных биоценозах в летний период 2009 г. в

степной зоне и лесостепном поясе терского варианта поясности Кабардино-Балкарии (рис.), далее подвергались тщательной очистке, сушке до воздушно-сухого состояния, измельчению. Контролем служили стерилизованные почвы (180°C, 3 час). Всего проанализировано 45 почвенных образцов. Повторность в опыте трехкратная. Ферментативная активность почв оценивалась по шкале Э.И. Гапонюк, С.В. Малахова [11]. Типы почв определялись по почвенной карте [12]. В комплексе с активностью ферментов определялись рН [13], гигроскопическая влажность [14] и процентное содержание гумуса по методу Тюрина в модификации Никитина [2], а также корреляционные связи между ними. Статистическая обработка полученных данных осуществлена с помощью программ «Excel» и «Statistica».

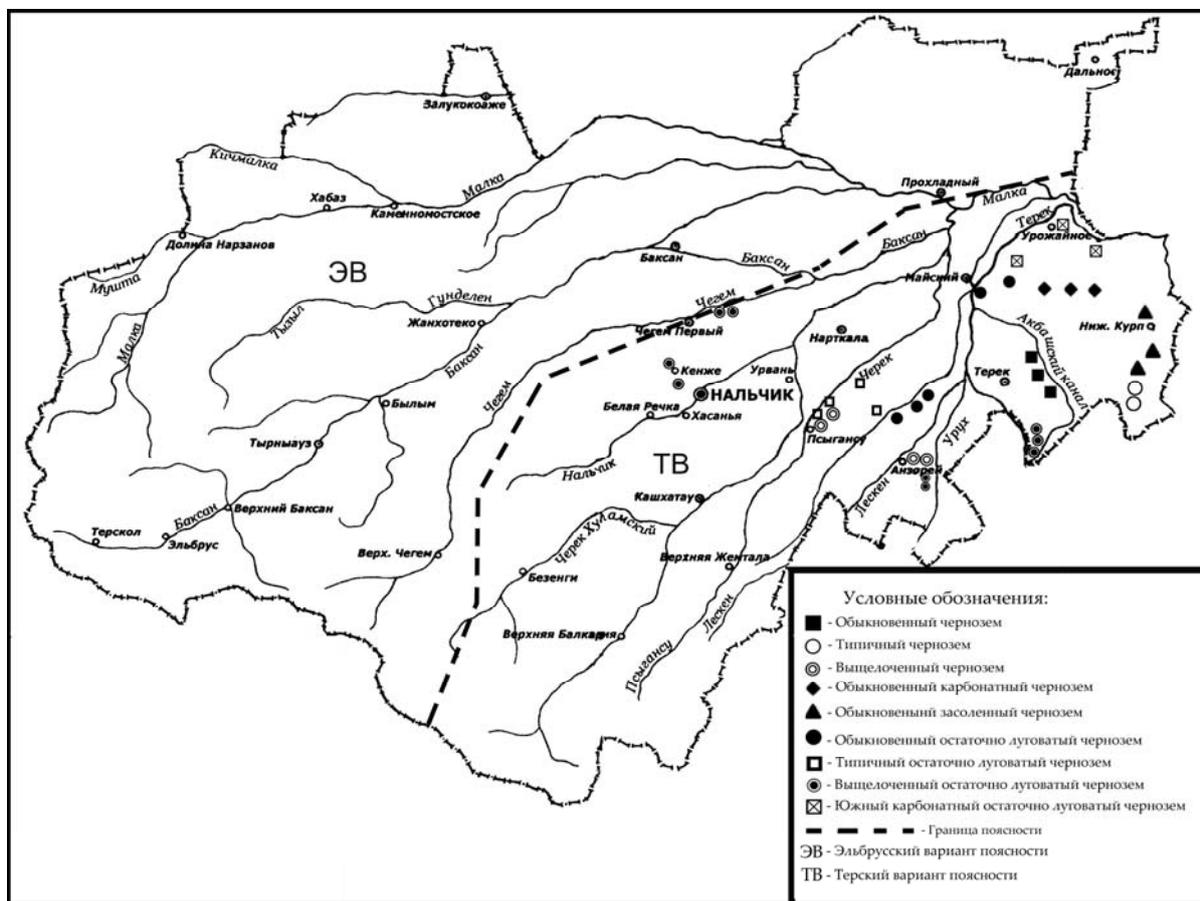


Рис. Места отбора почвенных образцов

**Результаты и их обсуждение.** Результаты проведенных исследований поверхностного слоя черноземов терского варианта поясности Кабардино-Балкарии представлены в таблице. Изученные почвы характеризуются как нейтральной реакцией среды (рН 6,53-7,14), так и слабощелочными условиями (рН 7,56-7,91). Вариабельность величины рН колеблется от 1,2% до 10,5%. Черноземы относятся к средне-

гумусным и высокогумусным (4,36-6,62%) почвам. Поверхностный слой гумусирован в большей степени у черноземов обыкновенного, обыкновенного засоленного, обыкновенного карбонатного и выщелоченного остаточно-лугового. Гигроскопическая влажность находится в пределах 2,8-4,84%. Варьирование содержания гумуса и гигроскопической влажности – в пределах 6,9-24,7% и 4,4-37,6 % соответственно.

**Таблица.** Средние значения некоторых характеристик почв степной зоны и лесостепного пояса Кабардино-Балкарии

№ пробы	pH	Влажность, %	Гумус, %	Инвертаза, мг глюкозы /1г/24часа	Каталаза, мл O <sub>2</sub> /1г/1мин	Фосфатаза, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /100г/1час
1	7,86	4,42±0,37	6,62±0,23	18,37±3,29	9,62±0,55	33,91±6,15
2	7,07	4,84±0,15	5,24±0,86	19,02±2,65	7,38±1,11	22,29±10,5
3	7,14	3,71±0,55	5,74±0,44	24,21±3,29	6,39±0,42	33,81±4,49
4	7,91	3,80±0,97	6,16±1,52	16,93±1,84	8,84±2,15	31,12±13,78
5	7,56	4,17±0,33	6,52±0,81	30,37±8,05	9,8±2,20	44,05±10,6
6	7,61	3,02±0,32	4,36±0,38	19,81±1,82	6,63±0,66	27,58±4,74
7	7,64	3,70±0,14	5,14±0,56	24,8±8,28	8,25±1,09	41,12±8,73
8	6,53	3,31±0,24	6,03±0,47	23,87±3,25	5,35±0,77	27,20±3,16
9	7,88	2,80±0,51	4,68±0,80	21,13±3,5	5,77±1,07	29,05±5,83

*Примечание:* черноземы: 1 – обыкновенный, 2 – типичный, 3 – выщелоченный, 4 – обыкновенный карбонатный, 5 – обыкновенный засоленный, 6 – обыкновенный остаточно-луговой, 7 – типичный остаточно-луговой, 8 – выщелоченный остаточно-луговой, 9 – южный карбонатный остаточно-луговой

Согласно литературным сведениям [2, 15] исследования даже 2-3 ферментов разных классов (гидролаз и оксидоредуктаз) достаточно для диагностики почвенного покрова. Исходя из этого, в настоящей работе наряду с другими почвенными показателями представлены данные по 3 ферментам (табл.). Активность почвенных гидролаз – инвертазы и фосфатазы максимальна в черноземах обыкновенном засоленном и типичном остаточно-луговом. Черноземы обыкновенный, обыкновенный карбонатный и обыкновенный засоленный при большем содержании гумуса, влажности и слабощелочной реакции среды характеризуются более высоким уровнем каталазной активности. Особое место в ряду изученных черноземов занимает чернозем обыкновенный засоленный: при более высоком содержании гумуса в нем отмечена максимальная активность всех 3 ферментов. Очевидно, для данного чернозема четко прослеживается зависимость уровня активности ферментов от содержания органического вещества [9, 15]. Чернозем обыкновенный с максимальным содержанием гумуса и хорошей влажностью характеризуется также более высокими показателями общей активности изученных ферментов, но несколько уступает чернозему обыкновенному засоленному. Однако не во всех исследованных черноземах наблюдается четкая зависимость ферментативной активности от содержания гумуса в почве, что согласуется с исследованиями ряда авторов [2-4]. Ферменты наименее активны в следующих разновидностях чернозема: инвертаза – в обыкновенном карбонатном, каталаза – в выщелоченном остаточно-луговом, фосфатаза – в типичном. Пределы колебания активности инвертазы находятся в интервале от 11,7 до 40,6 мг глюкозы. Активность каталазы в черноземах колеблется в пределах 3,1-14,2 мл O<sub>2</sub>. Показатели фосфатазной активности варьируют от 9,4 до

59,8 мг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Варьирование ферментативной активности исследованных почв составляет соответственно 18,8-47,2%, 11,5-42,1%, 22,9-66,3%. В целом, согласно шкале Э.И. Гапонюк, С.В. Малахова [11] представленные черноземы Кабардино-Балкарии характеризуются средней ферментативной активностью поверхностных горизонтов.

По показателям суммарной относительной ферментативной активности, полученным в результате суммирования данных, пересчитанных в относительных величинах (процентах), черноземы располагаются в следующий ряд в порядке убывания: обыкновенный засоленный > типичный остаточно-луговой > обыкновенный > выщелоченный > обыкновенный карбонатный > выщелоченный остаточно-луговой > обыкновенный остаточно-луговой > южный карбонатный остаточно-луговой > типичный. Проведенный корреляционный анализ ферментативной активности почв показал, что черноземы – обыкновенный ( $r=0,54-0,96$ ) и обыкновенный карбонатный ( $r=0,57-0,93$ ) характеризуются положительной коррелированностью активности изученных ферментов. В остальных типах почв между активностью ферментов наблюдается как положительная, так и отрицательная корреляционная связи. Между активностью инвертазы и каталазы ( $r=0,59-0,93$ ), фосфатазы и инвертазы ( $r=0,56-0,96$ ), фосфатазы и каталазы ( $r=0,54-0,94$ ) в исследованных почвах в основном отмечена средняя и сильная положительная связь. Отрицательные коэффициенты корреляции ферментативной активности выявлены между активностью инвертазы с фосфатазой ( $r=0,19-0,66$ ) и каталазой ( $r=0,27-0,49$ ). Согласно данным корреляционного анализа выявлена зависимость ферментативной активности исследуемых черноземов от содержания гумуса и гигроскопической влажности. Установлены, в основном,

средняя и сильная положительная корреляционная связи с содержанием гумуса активности инвертазы ( $r=0,40-0,99$ ), каталазы ( $r=0,55-0,97$ ), фосфатазы ( $0,40-0,98$ ). Средняя и сильная положительная сопряженная связь ферментативной активности отмечена с влажностью ( $r=0,40-0,99$ ), а с рН отрицательная ( $r=0,75-0,99$ ).

**Выводы:** в результате проведенных исследований впервые определена активность таких важнейших почвенных ферментов как инвертаза, каталаза, фосфатаза в черноземах Центрального Кавказа (в пределах степной зоны и лесостепного пояса терского варианта поясности Кабардино-Балкарии). Изученные черноземы проявляют среднюю ферментативную активность. Выявлены сопряженные изменения активности ферментов между собой, с содержанием гумуса и гигроскопической влажностью. Полученные данные по ферментативной активности могут служить одним из показателей биологической активности изученных черноземов и быть использованы при биодиагностике, биомониторинге и биоиндикации состояния почв.

Авторы признательны сотруднику ИЭГТ КБНЦ РАН кбн Цепковой Н.Л. за помощь в определении видовой принадлежности растений.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Вальков, В.Ф. Методология исследования биологической активности почв. (На примере Северного Кавказа) / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С.И. Колесников // Научная мысль Кавказа. – 1999. - №1. – С. 32-37.
2. Казеев, К.Ш. Биологическая диагностика и индикация почв: методология и методы исследования / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков. – Ростов-на-Дону: Изд-во Рост. ун-та, 2003. – 204 с.
3. Вальков, В.Ф. Почвы юга России: классификация и диагностика / В.Ф. Вальков, С.И. Колесников, К.Ш. Казеев. – Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2002. – 349 с.
4. Казеев, К.Ш. Биология почв Юга России / К.Ш. Казеев, С.И. Колесников, В.Ф. Вальков. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЦВВР, 2004. – 350 с.
5. Соколов, В.Е. Позвоночные Кавказа. Млекопитающие. Насекомоядные / В.Е. Соколов, А.К. Темботов. – М., 1989. – 547 с.
6. Почвы Кабардино-Балкарской АССР и рекомендации по их использованию. Государственный проектный институт по землеустройству Сев-КавНИИгипрозем. – Нальчик, 1984. – 201 с.
7. Атлас Кабардино-Балкарской Республики. – М, 1997.
8. Кумахов, В.И. Почвы Центрального Кавказа / В.И. Кумахов. – Нальчик, 2007. – 125 с.
9. Хазиев, Ф.Х. Ферментативная активность почв. – М.: Наука. 1976. – 180 с.
10. ГОСТ 17.4.4.02-84. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. – М.: Госком СССР по стандартам. – 1985.
11. Гапонюк, Э.И. Комплексная система показателей экологического мониторинга почв / Э.И. Гапонюк, С.В. Малахов // Труды 4-го Всесоюзного совещания. Обнинск, июнь 1983. – Л.: Гидрометеоздат, 1985. – С. 3-10.
12. Молчанов, Э.Н. Почвенная карта Кабардино-Балкарской АССР / Э.Н. Молчанов, В.Д. Калмаков, А.К. Романова и др. – Новосибирск: Роскартография, 1984.
13. ГОСТ 26483-85. Приготовление солевой вытяжки и определение её рН по методу ЦИНАО. – М.: Госком СССР по стандартам. – 1985. С. 3-6.
14. Добровольский, В.В. Практикум по географии почв. – М.: Владос, 2001. – 143 с.
15. Галстян, А.Ш. Ферментативная активность почв Армении. – Ереван, 1974. – 275 с.

## ESTIMATION OF BLACK EARTH FERMENTATION ACTIVITY OF NATURAL BIOCOENOSIS OF STEPPE ZONE AND FOREST-STEPPE ZONE OF CENTRAL CAUCASUS

© 2010 F.V. Hezheva, T.S. Uligova, R.H. Tembotov

Institute of Mountain Territories Ecology KBSC RAS, Nalchik

Fermentation activity (invertase, catalase, phosphatase) of black soils of steppe zone and forest-steppe zone of Tersloy variant zone in Kabardino-Balkariyas is certain. The studied black earth show average fermentation activity. The integrated changes of enzymes activity among themselves with the maintenance of humus and moisture-retentive humidity are revealed.

Key words: *Kabardino-Balkariya, soil, fermentation activity*

Fatima Khezheva, Candidate of Chemistry, Senior Research Fellow at the Laboratory of Soil-ecological Researches. E-mail: him\_lab@mail.ru

Tatyana Uligova, Senior Research Fellow at the Laboratory of Soil-ecological Researches. E-mail: him\_lab@mail.ru

Rustam Tevbotov, Trainee-researcher at the Laboratory of Soil-ecological Researches. E-mail: him\_lab@mail.ru