

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО

Даденко Е.В., Мясникова М.А., Чернокалова Е.В., Казеев К.Ш., Колесников С.И.

ФГОУ ВПО «Южный федеральный университет», Ростов-на-Дону, Россия (344006, Ростов-на-Дону, ул. Большая Садовая, 105), e-mail: evdadenko@sfedu.ru

Исследован важный методический аспект применения ферментативной активности в мониторинге и диагностике состояния почв – сезонная изменчивость почвенных свойств. Установлен характер сезонной динамики активности ферментов, содержания гумуса, температуры и влажности почвы. Показатели ферментативной активности имеют ярко выраженную сезонную динамику, зависящую от сочетания температуры, влажности и вида ферментов. При этом динамика может быть различной как по направлению, так и по амплитудам колебания во времени. Наиболее варьирующим показателем является активность дегидрогеназы, наименее – инвертазы и каталазы. Для оксидоредуктаз отмечено наличие весеннего и летнего максимумов активности. Динамика активности инвертазы помимо гидротермических параметров определяется также уровнем содержания органического вещества в почвах. Отмечен сходный характер сезонных изменений активности ферментов в верхних и нижележащих почвенных горизонтах.

Ключевые слова: годовая динамика, ферментативная активность, каталаза, инвертаза, дегидрогеназа, температура, влажность, биодиагностика, биомониторинг.

SEASONAL VARIATIONS OF ORDINARY CHERNOZEM

Dadenko E.V., Myasnikova M.A., Chernokalova E.V., Kazeev K.Sh., Kolesnikov S.I.

Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia (344006, Rostov-on-Don, street B. Sadovaya, 105), e-mail: evdadenko@sfedu.ru

Was studied an important methodological aspect of the application of the enzymatic activity of monitoring and diagnosing the condition of soil – seasonal variability of soil properties. We investigated character of the seasonal dynamics of enzyme activity, humus content, soil temperature and moisture. Indicators of enzyme activity varied seasonally. The most varying indicator was dehydrogenase activity, the less – invertase and catalase. Oxidoreductases activity were higher in spring and at the end of the summer. The variation of invertase activity depends on hydrothermal parameters and levels of organic matter in soils. Similarity of seasonal changes in enzyme activity in the different soil layers was established.

Keywords: seasonal dynamics, enzyme activity, catalase, invertase, dehydrogenase, temperature, humidity, biodiagnosics, biomonitoring.

Введение

Многие десятилетия исследователей волнует проблема изменчивости и динамичности почвы. При организации исследований и интерпретации результатов возникает необходимость учета изменчивости почвенных свойств и почвы в целом. Поэтому при проведении исследований биологических свойств почв важен правильный пространственный отбор образцов и обязательна одновременность их взятия. При определении различных показателей биологической активности почв необходимо соблюдение требуемого количества полевых и аналитических повторностей и обязательное проведение математического анализа на степень достоверности полученных результатов. Необходимо выработать, по возможности, единую методику исследования почв, включая правила отбора образцов и, в частности, сроки отбора. Один из рекомендуемых способов получения наиболее полной и

достоверной информации о почвенных параметрах – многократное изучение в различные периоды года и усреднение данных. При однократном изучении время отбора образцов не должно совпадать или следовать сразу же за периодами заморозков или засухи. Многолетние мониторинговые исследования необходимо осуществлять в одно и то же время (Methods in Applied Soil..., 1995; Даденко, 2004; Казеев, Колесников, 2012).

Мы поставили своей целью изучение годовой динамики некоторых свойств чернозема обыкновенного.

Объекты и методы исследования

Изучена активность ферментов двух классов: оксидоредуктаз (каталаза, дегидрогеназа) и гидролаз (β -фруктофуранозидаза или инвертаза). Также изучена динамика температуры, влажности, pH и содержания гумуса. В качестве объекта исследований выбран целинный чернозем обыкновенный ООПТ «Персиановская степь» Октябрьского района, Ростовской области. Этот участок может служить эталоном при проведении мониторинговых исследований на обширных пространствах Юга России.

Лабораторно-аналитические исследования выполнены с использованием общепринятых в почвоведении и биологии методов (Казеев, Колесников, 2012).

Результаты исследования

На рисунках 1 и 2 представлены данные по изучению динамики температуры и влажности. Характер изменений температуры и влажности сходен в различных горизонтах. Высокие значения влажности в марте связаны с наличием снежного покрова и промерзшим состоянием почвенных образцов. В изученных пределах изменения температуры и влажности почв не выявлено линейной зависимости ферментативной активности от этих факторов. Коэффициенты корреляции не очень высокие (хотя для некоторых ферментов достоверные). Очевидно, что все дело в их сочетании. Согласно литературным данным (Хазиев, 1982) благоприятными условиями для активности почвенных ферментов является уровень влажности 15–25 % и температуры 15–23 °С. При этом оптимумы могут сдвигаться в зависимости от типа почв и климатических условий, в которых они сформированы, а также в зависимости от вида ферментов. Так, южные почвы характеризуются более высоким температурным оптимум в пределах 20–30 °С.

На рисунке 3 представлены данные по изменению pH в течение года. Варьирование значений pH происходит в пределах слабощелочной реакции. Варьирование pH в границах типичных значений составляет 5–10 %. Основные изменения происходят в важнейшие для почвенной динамики периоды.

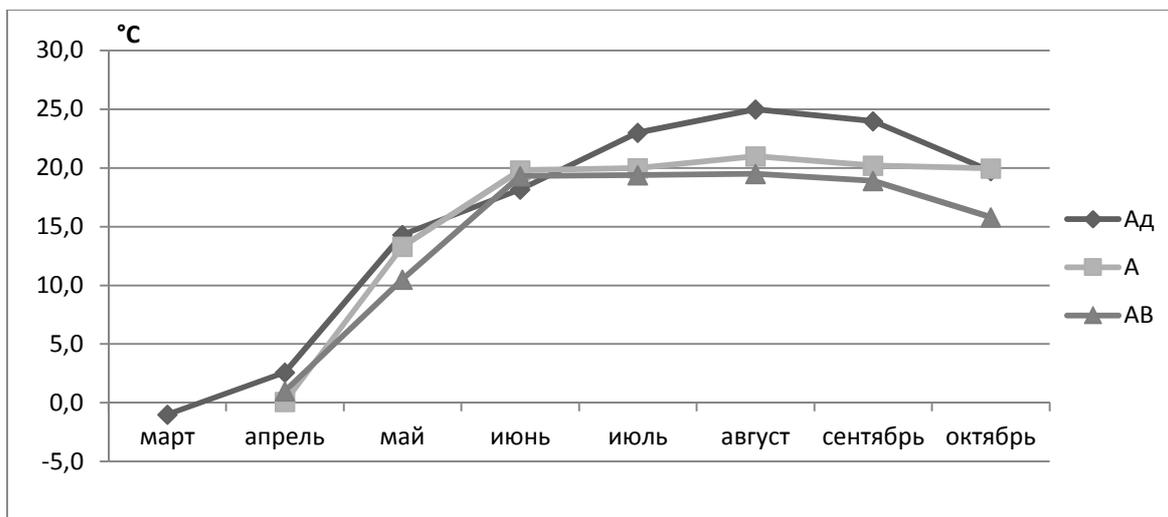


Рис. 1. Динамика температуры в различных горизонтах чернозема обыкновенного ООПТ «Персиановская степь»

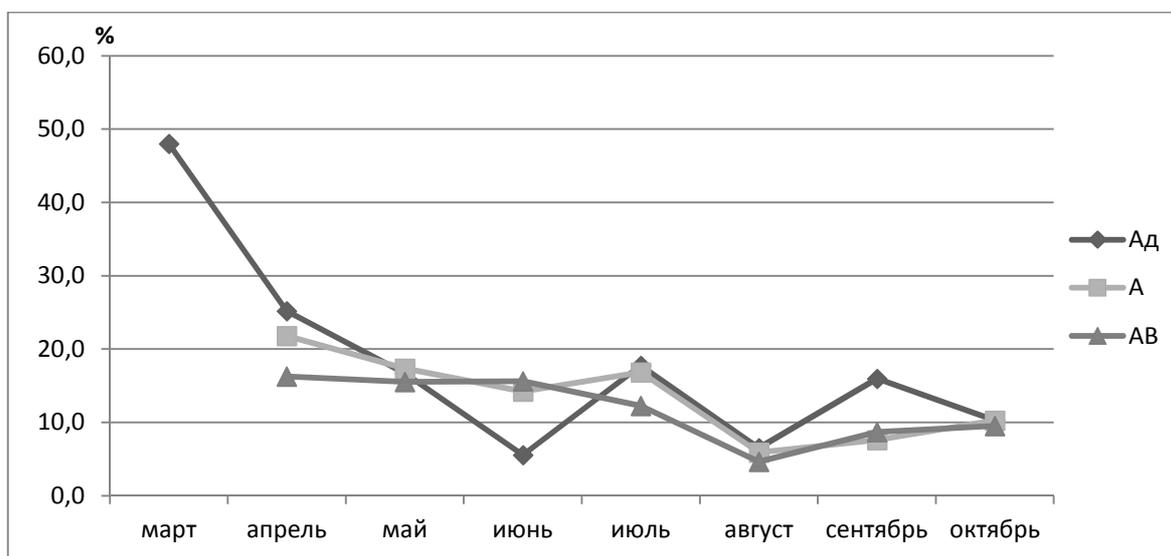


Рис. 2. Динамика влажности в различных горизонтах чернозема обыкновенного ООПТ «Персиановская степь»

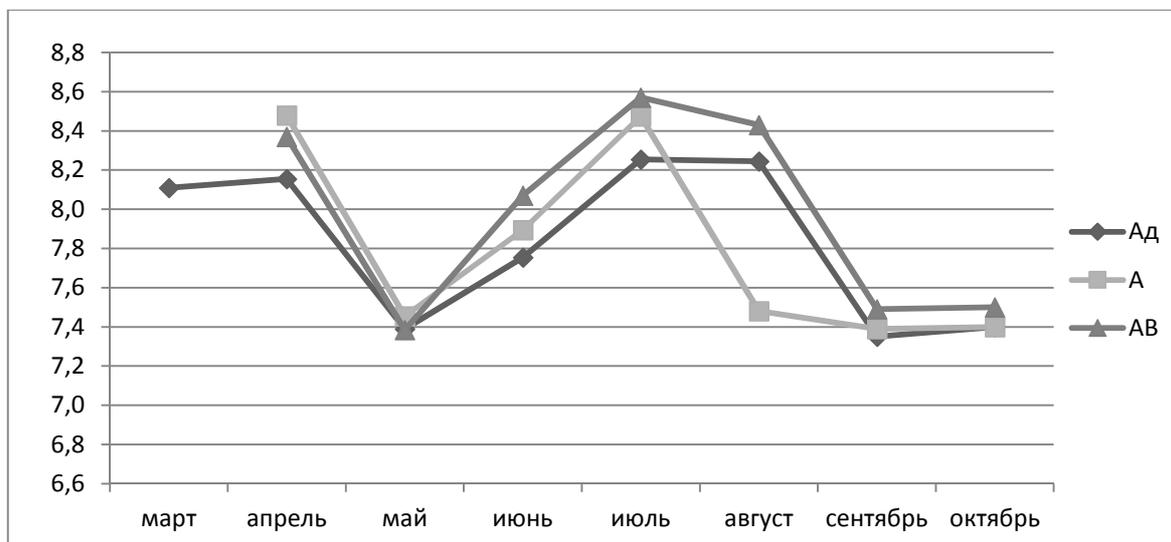


Рис. 3. Динамика значений рН в различных горизонтах чернозема обыкновенного ООПТ «Персиановская степь»

Изучение динамики активности ферментов в течение года выявило наибольшее варьирование активности дегидрогеназы (коэффициент вариации 32–35). Активность каталазы и инвертазы варьируют в течение года в меньшей степени (коэффициенты вариации 20–26 % и 19–31 %). Дегидрогеназа существует только в живых клетках, ее активность зависит от биомассы и активности микроорганизмов в почве. В литературе имеются данные о положительной корреляционной связи активности дегидрогеназы и общего числа почвенных микроорганизмов, значительно варьирующего в течение сезона (Ross, 1970; Галстян, 1984; Звягинцев, 1978).

На рисунке 4 представлена динамика активности каталазы в 2011 году. Для всех изученных горизонтов отмечены сходные изменения активности. Активность каталазы имеет высокие значения ранней весной, несмотря на то, что температуры еще достаточно низкие (рис. 4). Затем активность фермента плавно снижается. Исключение составляет лишь самый жаркий и сухой месяц – август, когда наблюдается небольшой скачек активности. При повышении температуры адсорбированные ферменты могут частично десорбироваться, изменять конфигурацию молекул, освобождая или обнажая при этом заблокированные активные центры. Все это приводит к повышению скорости ферментативных реакций в почве за счет активации иммобилизованных ферментов в температурных интервалах 20–40 °С (Хазиев, 1982).

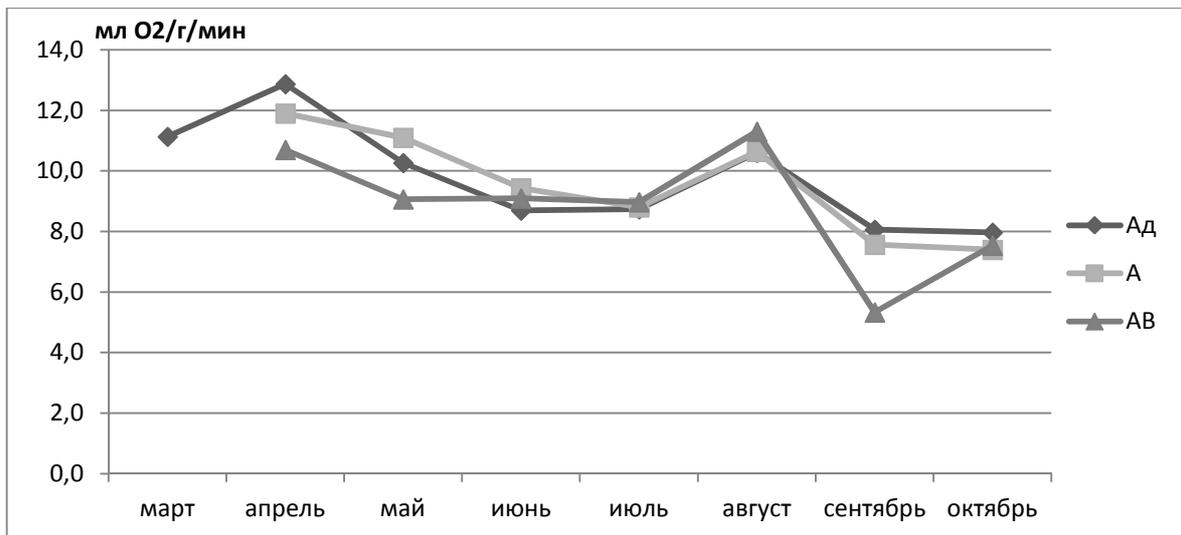


Рис. 4. Динамика активности каталазы в различных горизонтах чернозема обыкновенного ООПТ «Персиановская степь»

Для активности дегидрогеназы также как и для активности каталазы отмечены два пика активности весенний (в апреле) и летний (в августе). Так как активность дегидрогеназы напрямую связана с численностью микроорганизмов, пик активности в жаркие засушливые месяцы связывают с реадaptацией микроорганизмов и за счет развития термофильных групп (Хазиев, 1982).

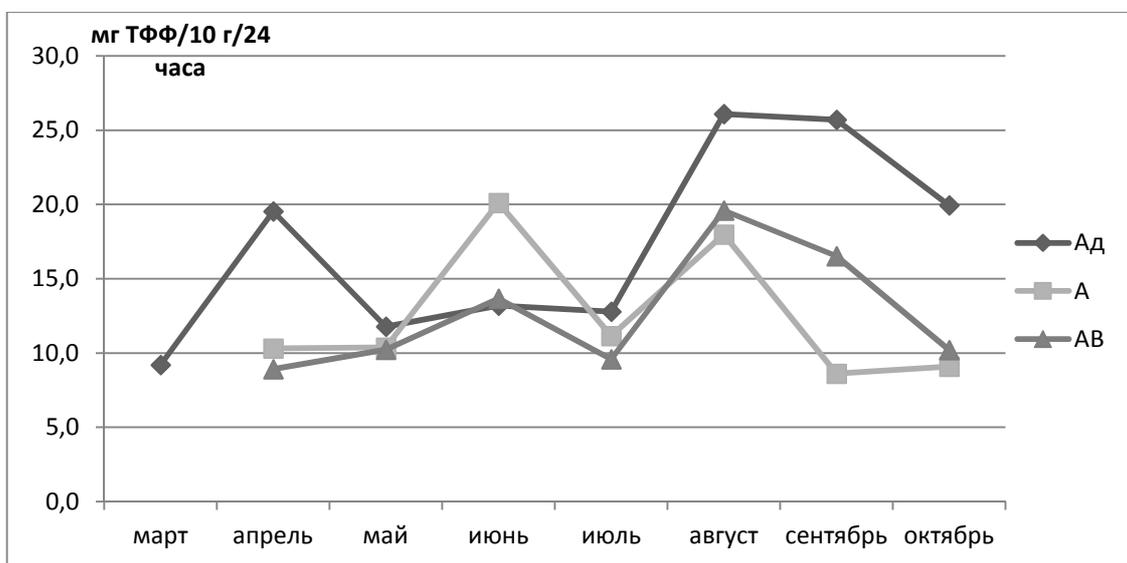


Рис. 5. Динамика активности дегидрогеназы в различных горизонтах чернозема обыкновенного ООПТ «Персиановская степь»

Для активности инвертазы не было выявлено закономерностей, характерных для каталазы и дегидрогеназы. В осенне-летний период не отмечено достоверно-значимых изменений активности фермента (рис. 6). Основные изменения приходятся на максимально холодные

периоды – раннюю весну и позднюю осень и зиму. Активность инвертазы верхнего горизонта резко снижается в апреле, месяце, когда резко падает содержание влаги в почве. В дальнейшем влажность уже не является лимитирующим фактором и основным фактором, определяющим динамику фермента, является развитие растений и поступление их остатков в почву. Особенно четко это проявляется для нижележащих горизонтов, где проблема доступного субстрата особенно актуальна.

Для инвертазы более ярко, чем для каталазы и дегидрогеназы, проявляются различия ее активности вниз по профилю. Такая же картина характерна и для гумуса.

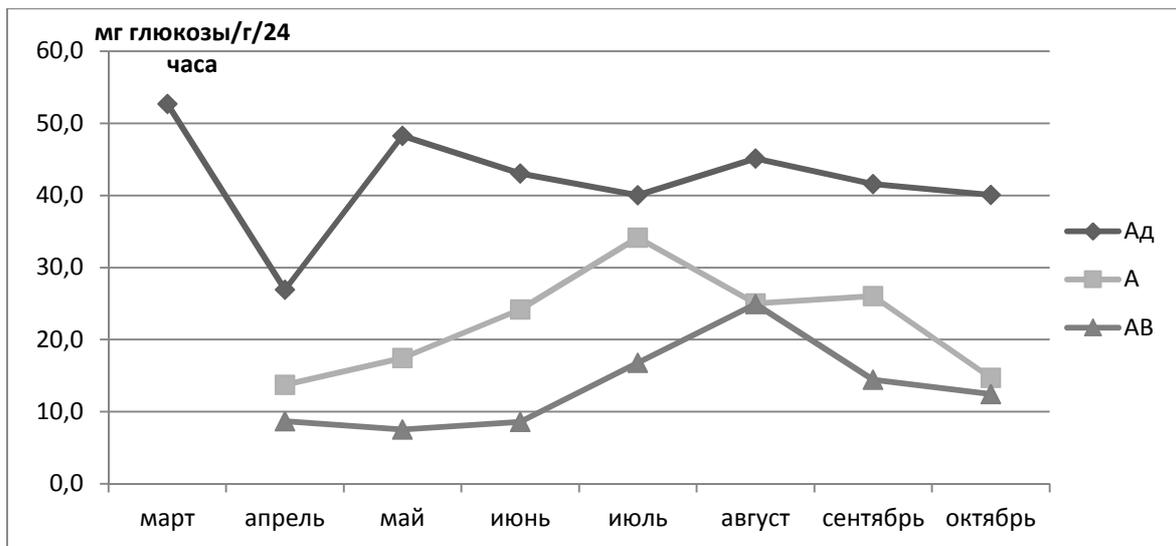
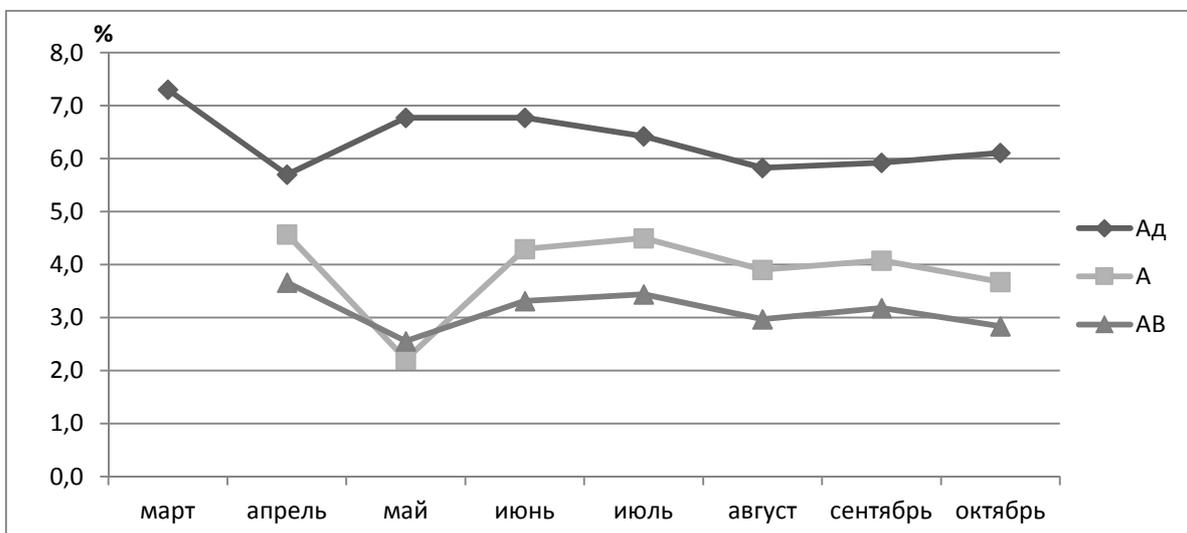


Рис. 6. Динамика активности инвертазы в различных горизонтах чернозема обыкновенного ООПТ «Персиановская степь»

Изучение динамики гумуса в течение года (рис. 7) выявило прямо пропорциональную зависимость активности инвертазы от содержания органического вещества. Коэффициент корреляции составил 0,88. Содержание органического вещества снижается в апреле – мае и затем, немного повысившись, остается одинаковым на протяжении летне-осеннего периода.



**Рис. 7. Динамика содержания гумуса в различных горизонтах чернозема
обыкновенного ООПТ «Персиановская степь»**

Выводы

Показатели ферментативной активности имеют ярко выраженную сезонную динамику. При этом динамика может быть различной как по направлению, так и по амплитудам колебания во времени.

Динамика ферментативной активности зависит от сочетания температуры и влажности и вида ферментов. Динамика активности инвертазы помимо гидротермических параметров определяется также уровнем содержания органического вещества в почвах.

Наиболее варьирующим показателем является активность дегидрогеназы. Активность каталазы и инвертазы варьирует в течение года в меньшей степени.

Для оксидоредуктаз отмечены два пика активности – весенний (в апреле) и летний (в августе).

Отмечен сходный характер сезонных изменений активности ферментов в верхних и нижележащих почвенных горизонтах.

Исследование выполнено в рамках реализации Программы развития Южного федерального университета (213.01-24/2013-85; 213.01-24/2013-44).

Список литературы

1. Галстян А.Ш. Ферментативная активность почв Армении. – Ереван: Айастан, 1974. – 275 с.
2. Даденко Е.В. Методические аспекты применения показателей ферментативной активности в биодиагностике и биомониторинге почв: дис... канд. биол. наук. – Ростов-на-Дону, 2004. – 158 с.
3. Звягинцев Д.Г. Биологическая активность почв и шкалы для оценки некоторых ее показателей // Почвоведение. – 1978. – № 6. – С. 48-54.
4. Казеев К.Ш., Колесников С.И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. – Ростов-на-Дону: Изд-во Южного федерального университета, 2012. – 260 с.
5. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. – М.: Наука, 1982. – 203 с.
6. Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. [Edited by KassemAlef and Paolo Nannipieri]. London: AcademicPressLtd, 1995. – 608 p.
7. Ross D.J. Effect of storage on degidrogenase activities of soils // Soil Biology and Biochemistry. – 1970. – Vol. 2, № 1. – P. 55.

Рецензенты:

Денисова Т.В., д.б.н., профессор кафедры экологии и природопользования ЮФУ, г. Ростов-на-Дону.

Минкина Т.М., д.б.н., профессор кафедры почвоведения и оценки природных ресурсов ЮФУ, г. Ростов-на-Дону.