

## ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ПОЧВ НА АКТИВНОСТЬ ПОЧВЕННЫХ ФЕРМЕНТОВ

**В.И. Турусов**, академик РАН

**Ю.И. Чевердин**, д-р биол. наук

**Т.В. Титова**, канд. биол. наук

**В.А. Беспалов**, канд. биол. наук

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Центрально-Черноземной полосы имени В.В. Докучаева  
(Россия, Каменная Степь)

DOI: 10.24411/2500-1000-2019-10696

**Аннотация.** В 2019 г. проведены исследования, выявляющие влияние физических свойств черноземных почв Каменной Степи на активность почвенных ферментов. Активность почвенных ферментов фосфатазы, инвертазы, уреазы выше в почве естественно сохранившегося биоценоза по сравнению с почвой агроценоза. Активность каталазы выше в почве агроценоза, чем в почве естественно сохранившегося биоценоза. Наибольшую активность почвенные ферменты показали во фракциях меньшего размера. Регулируя физические свойства почвы, одним из которых является структурное состояние, можно влиять как на количество микроорганизмов, так и на количество почвенных ферментов, свойственных ей.

**Ключевые слова:** чернозём, активность почвенных ферментов, физические свойства.

Вопросы влияния микроорганизмов на различные сферы почвенного плодородия и процессы, происходящие в почве, занимают важное место в литературных источниках. Роль биологических факторов в сохранении и воспроизводстве плодородия почвы постепенно возрастает. В современных условиях это обусловлено значительным сокращением запасов гумуса в почвах и накоплением в них физиологически активных веществ, обладающих токсическими свойствами и снижающими интенсивность обмена веществ в системе «почва – растение» [1]. Вопросы плодородия агрочерноземов и целинных черноземов, важным компонентом которого является состав почвенной микрофлоры, вызывают интерес многих исследователей. В этой связи, целью наших исследований было выявление взаимосвязи почвенного плодородия, показателем которого является активность почвенных ферментов, с физическими свойствами почвы.

**Методика исследования.** Объектами исследования были почвы Каменной Степи – залежи косимой 1882 г. (естественно сохранившегося биоценоза) и почвы пашни 1952 г. (агроценоза). Почвы залежи

1882 г. представлены черноземами обыкновенными (автоморфными). По классификации 2004 года они относятся к черноземам сегрегационным. Почвы пахотного участка представлены черноземами обыкновенными (автоморфными). По классификации 2004 года – агрочерноземами сегрегационными [2; 3; 1]. В 2019 г. в почве залежи косимой и пашни в слое 0-20 см изучалась активность почвенных ферментов во фракциях различного размера (1-2 мм; 2-3 мм; 3-5 мм; 5-10 мм; больше 10 мм). Химические анализы проводили по следующим методикам: определение активности почвенных ферментов (инвертазы, каталазы и фосфатазы) – по унифицированным методикам А.Ш. Галстяна (1978) [4]; структурный состав – по Н.И. Саввинову [5].

**Результаты и их обсуждение.** В наших исследованиях определялась активность почвенных ферментов во фракциях различного размера почв естественно биоценоза и агроценоза. Важную роль в обеспечении растений элементами минерального питания играет *фосфатаза*. Этот фермент отвечает за минерализацию органического фосфора. Фосфатазы

гидролизуют разнообразные фосфомоноэфиры, осуществляют мобилизацию закрепленного в органическом веществе фосфора [6]. Интенсивное сельскохозяйственное использование почвенных ресурсов привело к существенному снижению фосфатазной активности, она варьировала в интервале от 44,0 до 92,5 мг фенолфталеина на 100 г почвы (табл.). В залежной почве отмечалось существенное увеличение – до 137,5-160 мг фенолфталеина. Как в почве залежи, так и в агрогенноизмененной почве, минимальная активность фермента отмечалась в агрегатах мелкого размера.

С увеличением размера почвенных агрегатов происходил рост фосфатазной

активности. Причем, в почве естественного биоценоза рост активности происходил более медленными темпами. Различие между минимальным показателем активности в агрегатах размером 1-2 мм и максимальным в глыбистой части почвенных частиц (>10 мм) составило примерно 30%. Для почв естественных ценозов была характерна более выравненная фосфатазная активность между структурными отдельностями, и изменения происходили более плавно. В пахотных же почвах отмечен скачкообразный характер изменения по мере увеличения размера агрегатов.

Таблица 1. Активность почвенных ферментов во фракциях различного размера почвы залежи 1882 г. и пашни 1952 г. Каменной Степи (5.04.2019 г.).

| Объект исследован., глубина | Размер фракц., мм | Фосфатаза, мг фенолфталеина на 100 г возд. - сух. почвы | Инвертаза, мг глюкозы на 100 г возд. - сух. п-вы | Уреаза, мг NH <sub>3</sub> на 100 г возд. - сух. п-вы | Каталаза, выд. O <sub>2</sub> за 3 мин на 1 г возд. - сух. п-вы |
|-----------------------------|-------------------|---|--|---|---|
| Залежь 1882 г. (0-20 см)    | 1-2               | 122,5   | 6238   | 268   | 20,3  |
|                             | 2-3               | 137,5   | 6180   | 332   | 19,6  |
|                             | 3-5               | 145   | 5710   | 334   | 19,9  |
|                             | 5-10              | 160   | 5600   | 354   | 19,3  |
|                             | >10               | 147,5   | 5260   | 276   | 18,8  |
| Пашня 1952 г. (0-20 см)     | 1-2               | 44,0  | 4813   | 148   | 22,3  |
|                             | 2-3               | 47,5  | 4910   | 152   | 20,8  |
|                             | 3-5               | 66,0  | 4600   | 152   | 20,5  |
|                             | 5-10              | 90,0  | 4750   | 174   | 23,8  |
|                             | >10               | 92,5  | 4813   | 160   | 23,1  |

*Инвертаза* катализирует реакции гидролитического расщепления сахарозы на эквимольные количества глюкозы и фруктозы. Исследования многих авторов показали, что активность инвертазы лучше других ферментов отражает уровень плодородия и биологической активности почв [6]. Оценка инвертазной активности чернозема различной направленности использования показала разнонаправленный характер ее изменения в зависимости от размера почвенных агрегатов. В почве залежного участка, при более высоких фоновых значениях, увеличение размера почвенных структур приводило к снижению активности инвертазы. Максимальные показатели отмечены в агрегатах 1-2 мм. Минимальные – в глыбистой фракции (>10 мм)

(табл.). Распашка приводила к заметному снижению инвертазной активности – до 4600-4910 мг. По мере увеличения размера почвенных частиц с 1-2 до 2-3 активность инвертазы достигала максимального значения – 4910 мг. Минимальные значения отмечены во фракциях размером 3-5 и 5-10 мм. Таким образом, агрогенное воздействие способствовало снижению инвертазной активности чернозема.

*Уреаза* относится к ферментам, участвующим в превращении белковых веществ. Аммиак, образовавшийся в результате уреазной реакции, служит источником питания растений [6]. Анализ уреазной активности выявил общую закономерность для исследованных почв. По мере увеличения размера структурных отдель-

ностей, отмечалось повышение активности данного фермента, достигающего максимальных величин в агрегатах 5-10 мм. Затем, в глыбистой части отмечалось заметное снижение. Агрогенное воздействие при этом снижало темпы биохимических процессов практически в два раза (табл.).

*Каталаза* разлагает ядовитую для клеток перекись водорода, образующуюся в процессе дыхания живых организмов, и в результате различных биохимических реакций окисления органических веществ, на воду и молекулярный кислород [6]. Анализ активности каталазы, в зависимости от характера использования угодий, показал определенные различия. Более высокие значения отмечались в пахотной почве. Что касается влияния размера почвенных частиц, то необходимо отметить следующие особенности. В естественной почве, по мере увеличения размера структурных отдельностей, активность каталазы снижалась. В агрогенном горизонте черноземной почвы увеличение размера частиц вначале способствовало снижению активности

(частицы 2-3 и 3-5 мм). Затем происходил существенный рост, достигающий максимальных значений в агрегатах размером 5-10 мм (табл.).

**Заключение.** Интенсивное агрогенное воздействие на почву приводит к существенным изменениям структурного состояния и связанных с этим биохимических почвенных процессов. Активность таких почвенных ферментов, как фосфатаза, инвертаза, уреазы, выше в почве естественного биоценоза, а каталазы, напротив, ниже по сравнению с почвой агроценоза. Наибольшую активность почвенные ферменты показали во фракциях меньшего размера. Из всего вышесказанного можно сделать следующий *вывод*: регулируя физические свойства почвы, одним из которых является структурное состояние, можно влиять, как на количество микроорганизмов, так и на количество почвенных ферментов, свойственных ей, определяющих интенсивность почвенно-биологических процессов, происходящих в почве, и, как следствие этого, на плодородие почвы.

#### Библиографический список

1. *Изменение дифференциальной порозности почв Каменной Степи в условиях сезонного переувлажнения* / Т.В. Титова, Ю.И. Чевердин, В.А. Беспалов, А.Н. Рябцев и др. // *Агрофизика*. 2016. № 2. С. 3.
2. *Титова Т.В.* Трансформация физических и физико-химических свойств почв Каменной Степи в условиях сезонного переувлажнения: дис. канд. биол. наук. Воронежский государственный университет. Каменная Степь, 2011. 162 с.
3. *Титова Т.В.* Трансформация физических и физико-химических свойств почв Каменной степи в условиях сезонного переувлажнения: автореф. дис. ... канд. б. н. Воронеж, 2011. 23 с.
4. *Галстян А.Ш.* *Определение активности ферментов почв*. Ереван, 1978. 275 с.
5. *Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А.* Методы исследования физических свойств почв. М.: Агропромиздат, 1986. 416 с.
6. *Научное обоснование и взаимосвязь агрофизических параметров с эффективным плодородием почвы* / Ю.И. Чевердин, А.Н. Рябцев, Т.В. Титова и др. // *Состояние почв Центрального Черноземья России и проблемы воспроизводства их плодородия: сборник науч. докл. Всероссийской науч. - практич. конф., Каменная Степь, 23-24 июня 2015*. Воронеж: изд-во «Истоки», 2015. С. 56-61.

---

**THE INFLUENCE OF PHYSICAL PROPERTIES OF CHERNOZEM SOIL ON THE  
ACTIVITY OF SOIL ENZYMES**

**V.I. Turusov**, *academician of the Russian Academy of Sciences*

**Yu.I. Cheverdin**, *doctor of biological sciences*

**T.V. Titova**, *candidate of biological sciences*

**V.A. Bespalov**, *candidate of biological sciences*

**Research institute of agriculture of the central black earth strip named after  
V.V.Dokuchaeva  
(Russia, Kamennaya Steppe)**

***Abstract.** In 2019, studies were conducted to determine the effect of the physical properties of the black earth soils of the Stone Steppe on the activity of soil enzymes. The activity of soil enzymes phosphatase, invertase, urease is higher in the soil naturally preserved biocenosis in comparison with the soil of agrocenosis. Catalase activity is higher in the soil of agrocenosis than in the soil naturally preserved biocenosis. The highest activity of soil enzymes was shown in the fractions of a smaller size. By regulating the physical properties of the soil, one of which is the structural state, it is possible to influence both the number of microorganisms and the number of soil enzymes peculiar to it.*

***Keywords:** chernozem, activity of soil enzymes, physical properties.*