

**M.A. Mazirov<sup>2</sup>, Doctor of Biological Sciences, Professor<sup>1</sup>**

**A.A. Grigoriev<sup>1</sup>, Candidate of Agricultural Sciences, Leading Researcher**

<sup>1</sup>*Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Center Tsentralnaya str., 3, Novy settlement, Suzdal district, Vladimir Region, 601261, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy, 127434, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49, Russian Federation*

**Abstract.** *The influence of the methods of basic processing for barley with the sowing of perennial grasses (clover + timofeevka) in the grain-grass crop rotation on the density of the gray forest slightly podzolic medium loamy soil was studied. The research was carried out in a long-term stationary experiment, laid down in 1986 at the Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Center. The yield of oats in the studied variants was formed at a density of addition of gray forest soil in a layer of 0-30 cm in the range from 1.35 to 1.48 g/cm<sup>3</sup>. This interval is probably optimal for the formation of an oat crop with the sowing of perennial grasses, with an equilibrium addition density of 1.48-1.50 g/cm<sup>3</sup> for deposits during this period.*

**Key words:** *basic tillage techniques, gray forest soil, oats with sowing of perennial grasses, clover, timofeevka, addition density, yield.*

**УДК 631.465: 631.445.25**

## **ВЛИЯНИЕ ПРИЕМОВ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ**

*Зинченко Мария Казимировна, к. б. н., ведущий научный сотрудник лаборатории микробиологии*

*Зинченко Сергей Иванович, д. с.-х. н., ведущий научный сотрудник отдела агрофизики почв Верхневолжский федеральный аграрный научный центр E-mail: ropel62@yandex. ru.*

**Аннотация:** *Представлены материалы по влиянию приемов основной обработки на ферментативную активность серой лесной слабоподзоленной среднесуглинистой почвы. Исследования проводились в стационарном опыте Верхневолжского ФАНЦ в период 2017-2019гг., где изучали активность почвенных оксиредуктаз (каталаза, полифенолоксидаза, пероксидаза. Наиболее благоприятным для формирования предгумусовой фракции и активизации биогенеза гумусовых веществ является вариант ежегодной плоскорезной обработкой на 6-8см.*

**Ключевые слова:** приемы основной обработки почвы, серая лесная почва, почвенные ферменты, содержание гумуса, коэффициент гумусонакопления.

**Введение.** В настоящее время под влиянием антропогенного воздействия происходит значительное усиление техногенной деградации агрогенных экосистем. Ухудшение экологического состояния пахотных почв сопровождается негативными изменениями и приводит к снижению комплексной функции плодородия [1].

Обработка почв – важный элемент технологии возделывания культурных видов растений, от которого зависят факторы почвенного плодородия. В его повышении важная роль принадлежит непрерывно протекающим в почвах биохимическим процессам. В почве обмен веществ и энергии при разложении и синтезе органического вещества осуществляется при участии ферментов, поэтому формирование почвенного плодородия связано с ферментативными процессами [2].

Изучение ферментативных процессов серой лесной почвы является одной из составляющих комплексной оценки экологического состояния почв Верхневолжья, находящихся в сельскохозяйственном производстве [3]. Целью данной работы было изучить активность окислительно-восстановительных ферментов серой лесной почвы при механическом воздействии приемов основной обработки.

**Материалы и методы.** В полевом опыте Верхневолжского ФАНЦ (Владимирская обл.) исследовали влияние различных приемов основной обработки на активность оксиредуктаз в слоях 0-10, 10-20 и 20-30 см. Опыт заложен в 1986г. на серой лесной слабоподзоленной среднесуглинистой почве со следующими агрохимическими показателями пахотного слоя: содержание подвижных форм  $P_2O_5$  и  $K_2O$  – 150 и 138 мг/кг почвы соответственно,  $pH_{KCL}$  5,8. Содержание гумуса в пахотном горизонте варьировало в пределах 2,67-3,19%.

Изучаемые варианты опыта: ежегодная мелкая плоскорезная КПС на 6-8см (ЕМПО); ежегодная глубокая плоскорезная КПП- 250 на 20-22см (ЕГПО); ежегодная отвальная вспашка ПЛН-3-35 на 20-22см (ЕОВ).

Исследования (2017-2019гг.) проводили в 6-ти польном зернотравяном севообороте: озимая рожь – яровая пшеница – ячмень – овес + клевер и тимофеевка – клевер 1г. – клевер 2г. В 2017г. в опыте возделывался клевер 2-го года, 2018г. – озимая рожь, в 2019г. – яровая пшеница. Минеральные удобрения на нормальном фоне вносили под многолетние травы 2-го года пользования в дозе  $N_{40}P_{60}K_{80}$ , озимую рожь -  $N_{70}P_{60}K_{80}$ , под яровую пшеницу –  $N_{45}P_{45}K_{45}$  кг д.в.

Диагностику активности почвенных ферментов проводили классическими методами [4]: активность каталазы определяли газометрическим методом, основанным на измерении скорости разложения перекиси водорода (метод А.Ш. Галстяна); активность полифенолоксидазы и пероксидазы – на основе метода йодометрического титрования реакционной

смеси, содержащей в качестве субстрата пирокатехин, после взаимодействия с почвенной суспензией (метод К.А. Козлова). В работе рассчитывались коэффициенты гумусонакопления (Кг) по соотношению полифенолоксидазной активности (ПФО) к пероксидазной (ПД).

Экспериментальные данные были обработаны статистически с использованием программы Statistic 6.

**Результаты и их обсуждение.** Почвенная влага – это основа жизни растений, почвенной микрофлоры и фауны. Химические и биохимические реакции в почве также активно протекают при наличии достаточного количества влаги. Из данных таблицы 1 следует, что распределение влаги в почве в период, предшествовавший отбору образцов на биохимический анализ, определялось особенностью погодных условий лет исследования. Пересыхание почвы наблюдали в июле 2018г., когда влажность опускалась до значений 11-14%, а в сентябре составляла 14-17%. Не отмечено статистически достоверного влияния приемов основной обработки на влажность слоя 0-20см. Наиболее благоприятный режим влажности для развития биохимической активности микрофлоры складывался в весенне-летний период (табл. 1).

Рассматривая ферментативную активность почв, важно обратить внимание на окисление продуктов гидролиза органических соединений с образованием предгумусовых веществ. Эти реакции идут при участии оксиредуктаз.

**Табл. 1. Влажность почвы в слое 0-20см, %**

Вариант	2017г.			2018г.			2019г.		
	май	июль	сент.	май	июль	сент.	май	июль	сент.
ЕМПО	22,4	30,9	21,0	28,5	10,6	17,3	19,5	24,8	23,2
ЕГПО	21,6	30,7	18,8	23,6	13,1	17,0	20,4	23,6	22,0
ЕОВ	22,9	28,6	19,4	22,3	12,7	14,0	21,5	24,9	20,7
<i>Примечание. <math>F_{э} &lt; F_{т}</math></i>									

Исследования показали, что максимальный ферментативный пул изучаемых ферментов, формируется в слое 0-10см – наиболее биологически активном слое и снижается с глубиной на всех приемах основной обработки почвы (табл. 2).

**Таблица 2. Активность окислительно-восстановительных ферментов в зависимости от приема основной обработки серой лесной почвы, (среднее за 2017-2019гг.)**

Вариант	Глубина	Каталаза, мл O <sub>2</sub> /1 г почвы в мин.	Полифенолоксидаза, мл 0,01н I <sub>2</sub> /1г почвы	Пероксиоксидаза мл 0,01н I <sub>2</sub> /1г почвы
		XS±S(X)	XS±S(X)	XS±S(X)
ЕМПО на 6-8см	0-10	2,37±0,06	0,30±0,0	0,56±0,11
	10-20	2,07±0,15	0,25±0,10	0,57±0,15
	20-30	1,67±0,25	0,17±0,03	0,55±0,10
	0-30	2,0±0,10	0,24±0,04	0,56±0,12
ЕГПО на 20-22см	0-10	2,0±0,10	0,27±0,03	0,58±0,13
	10-20	1,77±0,06	0,22±0,07	0,54±0,10
	20-30	1,50±0,30	0,25±0,05	0,56±0,11
	0-30	1,77±0,06	0,25±0,01	0,56±0,11
ЕОВ на 20-22см	0-10	1,80±0,30	0,35±0,05	0,57±0,10
	10-20	1,77±0,06	0,30±0,01	0,58±0,11
	20-30	1,37±0,25	0,15±0,0	0,64±0,05
	0-30	1,67±0,06	0,27±0,02	0,60±0,09
НСР <sub>05</sub>	0-30	0,15 F <sub>3</sub> > F <sub>T</sub>	F <sub>3</sub> < F <sub>T</sub>	F <sub>3</sub> < F <sub>T</sub>

Каталаза один из наиболее распространенных и устойчивых ферментов данного класса. Каталазная активность является показателем степени развития окислительных процессов и играет вспомогательную роль в реакциях окислительного обмена, разлагая ядовитую для живой клетки перекись водорода, образующуюся при окислении углеводов, белков и жиров.

Самые достоверно высокие значения этого фермента получены в почве при ЕМПО на 6-8см. На вариантах, обработанных на глубину 20-22см, значения каталазы ниже по всему изучаемому профилю, особенно это выражено на фоне ЕОВ.

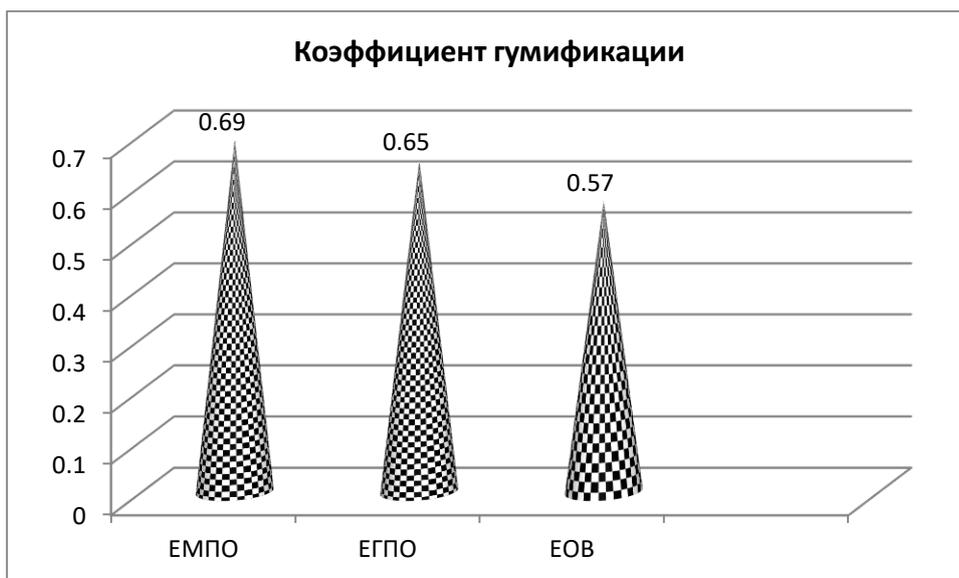
Одним из важнейших факторов, регулирующих активность каталазы, является обогащение почвы органикой и концентрация органического субстрата. Сохранение основной массы корней и послеуборочных растительных остатков в биологически активном верхнем слое при безотвальном рыхлении на 6-8см способствовали усилению активности фермента.

Выявлена прямолинейная положительная связь между численностью микроорганизмов и активностью каталазы ( $r=0,73-0,87$ ). На варианте ЕМПО формировался наибольший микробный пул [5]. Так же на фонах по плоскорезной обработке отмечен тренд увеличения пула аэробных аммонификаторов и суммы агрономически ценной микрофлоры (МПА+КАА).

А все аэробные организмы в процессе метаболизма образуют перекись водорода, защитную функцию от которой выполняет каталаза.

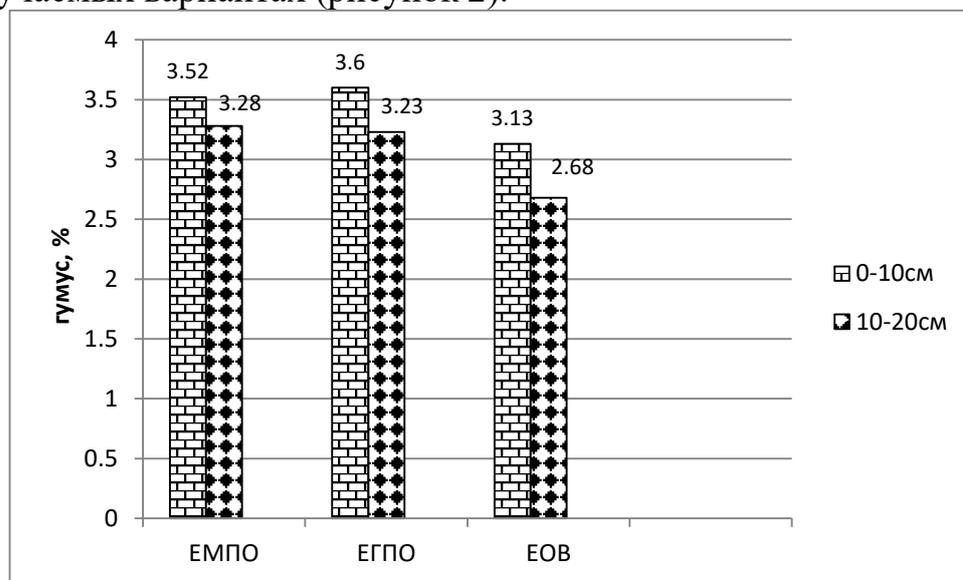
Ферменты пероксидазы (ПД) и полифенолоксидазы (ПФО) участвуют в реакциях трансформации органических и неорганических веществ в почвах. Они играют ключевую роль в процессах гумификации, оказывают защитное действие на почву, разлагая различные ксенобитики, участвуют в процессах разложения и синтеза органических соединений ароматического ряда. При этом уровень активности фенолоксидаз связывается обычно со степенью образования гумуса [6].

Оценивая с этой точки зрения наши результаты по активности полифенолоксидазы и пероксидазы, не удалось обнаружить статистически достоверных различий в активности ферментов в зависимости от приемов основной обработки. Однако для того чтобы оценить общую направленность энзиматической трансформации гумусовых компонентов почвы, мы рассмотрели значения коэффициентов гумусонакопления, поскольку именно они вычлняют накопление и активность полифенолоксидазных ферментов в общем оксидоредуктажном комплексе почвы, отвечающих за синтез гумусовых соединений. ПФО катализирует синтез гумусовых веществ в почве, а ПД способствует их разложению. Определение коэффициента гумусонакопления (ПФО/ПД) показало, что в почве изучаемых вариантов основной обработки он меньше 1, то есть процессы минерализации органического вещества, обусловленные активностью ПД, преобладают над процессами гумификации (ПФО). Однако следует отметить, что самый низкий Кг рассчитан на варианте ЕОВ – 0,57 (рисунок 1). Это характеризует ферментативные процессы, направленные на активную минерализацию органического почвенного вещества. При ежегодных безотвальных обработках значения коэффициентов гумификации были выше и находились в диапазоне 0,65-0,69.



*Рис. 1. Средние значения Кг при различных приемах основной обработки в слое 0-20см*

Исходя из значений Кг можно заключить, что ЕМПО на 6-8см способствует наибольшей стабилизации ферментов класса оксиредуктаз при трансформации гумусовых соединений, что, в свою очередь, повышает сохраняемость специфического органического вещества в плодородном слое. Аналогичная закономерность выявлена авторами на органоминеральных фонах при ежегодном использовании плоскорезного рыхления на глубину 10-12см в опыте по изучению АЛСЗ [7]. Полученные значения коэффициентов гумусонакопления соотносятся с данными содержания гумуса (метод Тюрина) на изучаемых вариантах (рисунок 2).



*Рис. 2. Содержание гумуса в серой лесной почве при различных приемах основной обработки*

На фонах, обработанных безотвальными орудиями, среднее содержание гумуса в слое почвы 0-20см составило 3,40%, что статистически выше ( $НСР_{05}=0,21$ ), чем на варианте ежегодной отвальной обработки.

Преобладание активной минерализации органического вещества над его синтезом в агроэкосистемах с ежегодной отвальной вспашкой ведет к постепенной утрате пахотными почвами гумуса, что неизбежно вызовет снижение плодородия.

Безотвальные обработки почвы, способствующие концентрации корневой и мортмассы в верхнем биологически активном слое почвы, интегрируют течение ферментативных процессов на снижение минерализации гумусовых веществ.

**Заключение.** Оценивая ферментативную активность окислительно-восстановительных ферментов в серой лесной почве агросистем выявлено, что наибольшая их биохимическая активность приурочена к верхнему слою почвы, не зависимо от приема основной обработки. В слое почвы 0-30см достоверно выше активность каталазы на варианте с ежегодной мелкой плоскорезной обработкой на 6-8см. Это характеризует этот прием обработки как наиболее благоприятный для формирования предгумусовой фракции и

активизации биогенеза гумусовых веществ. На это указывает и коэффициент гумусонакопления, среднее значение которого было самым высоким ( $K_{г}=0,69$ ) по фону ЕМПО в рамках данных исследований.

### Библиографический список

1. Хазиев Ф.Х. Почва и экология//Вестник Академии наук РБ. 2017. Т.24. №3. С. 29-38.
2. Изменение почвенно- биологических процессов и структуры микробного сообщества агрочерноземов при разных способах обработки почвы/ О.В. Кутовая, А.М. Гребенников, А.К. Тхакахова, В.А. Исаев, В.М. Гармашов, В.А. Беспалов, Ю.И. Чевердин, В.П. Белобров// Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2018. Вып. 92. С. 35-58.
3. Зинченко М.К. Мониторинг активности каталазы в серой лесной почве Верхневолжья// Владимирский земледелец. 2021. №1. С. 7-11.
4. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии, 2005. С. 252с.
5. Зинченко М.К. Действие приемов основной обработки на микробный потенциал агроландшафтов серой лесной почвы // Земледелие. 2016. №1. С. 16- 19.
6. Козлов А.В., Куликова А.Х., Уромова И.П. Влияние высококремнистых пород (диатомита, цеолита и бентонитовой глины) на активность олиготрофного и автохтонного микробного пула дерново-подзолистой почвы// Вестник Томского государственного университета. Биология. 2017. №40. С.44-65.
7. Зинченко М.К. Трансформация биологических свойств серой лесной почвы агроландшафтов в системе адаптивно- ландшафтного земледелия/ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ». Суздаль- Иваново:ПреСсто, 2020. 144с.

## THE INFLUENCE OF BASIC PROCESSING TECHNIQUES ON THE BIOCHEMICAL PROPERTIES OF THE GRAY FOREST SOIL OF THE UPPER VOLGA REGION

*M. K. Zinchenko, Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher  
S. I. Zinchenko, Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher  
Verkhnevolzhsky Federal Agrarian Scientific Center Tsentralnaya str., 3, Novy  
settlement, Suzdal district, Vladimir Region, 601261, Russian Federation*

**Abstract.** *The materials on the influence of basic processing techniques on the enzymatic activity of gray forest slightly saline medium loamy soil are presented. The studies were carried out in the stationary experiment of the Upper Volga FANC in the period 2017-2019, where the activity of soil oxyreductases (catalase, polyphenol*

*oxidase, peroxidase) was studied. The most favorable option for the formation of the pre-humus fraction and the activation of the biogenesis of humus substances is the annual 6-8cm flat-cut treatment.*

---

**Key words:** *basic tillage techniques, gray forest soil, soil enzymes, humus content, humus accumulation coefficient.*