

4. Титова В.И., Козлов А.В. Методы учета численности и биомассы микроорганизмов почвы. Нижний Новгород: Изд-во НГСХА, 2011. 40 с.

5. Хамова О.Ф., Тукмачева Е.В., Шулико Н.Н. Влияние применения минеральных удобрений, соломы и инокуляции семян на микрофлору ризосферы озимой пшеницы и ее урожайность // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2020. № 6 (188). С. 49–58.

6. Influence of crop species on quantity and physiological activity of rhizosphere microorganisms / I. M. Malynovska [et al.] // Ukrainian Journal of Ecology. 2021. V. 11(1). P. 286–290. DOI: 10.15421/2021\_43.

7. Selezneva N.A., Aseeva T.A., Fedorova T.N. Anthropogenic impacts on organic matter transformation and biological activity in the meadow brown heavy loamy soils // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2020. V. 547. 012034. DOI 10.1088/1755-1315/547/1/012034.

УДК 631.465

DOI: 10.34924/FRARC.2023.71.66.060

## **ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДОВ НА БИОХИМИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ ПОДСОЛНЕЧНИКА**

**Наими О.И., к.б.н., заведующий лабораторией агрохимических  
исследований**

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Ростовская обл.,  
Аксайский район, п. Рассвет, ул. Институтская, 1.

e-mail: [o.naimi@mail.ru](mailto:o.naimi@mail.ru)

**Реферат.** Пестициды, широко применяемые в сельском хозяйстве, обладают токсичностью не только для вредных организмов, но и для самих культурных растений, а также для почвенных микроорганизмов. Исследования выявили негативное влияние пестицидов на биохимическую активность чернозема обыкновенного под посевами подсолнечника. Биохимическую активность оценивали как по активности отдельных

ферментов, так и с помощью рассчитанного интегрального показателя биологической активности почвы.

**Ключевые слова:** пестициды, биохимическая активность почв, ферментативная активность, инвертаза, фосфатаза, уреазы, каталаза.

## **INFLUENCE OF PESTICIDES ON BIOCHEMICAL ACTIVITY OF COMMON CHERNOZEM UNDER SUNFLOWER CROPS**

**Naimi O.I.**

Federal Rostov Agricultural Research Center, Rostov region, Aksai district,  
Rassvet settlement, st. Institute, 1.

e-mail: [o.naimi@mail.ru](mailto:o.naimi@mail.ru)

**Abstract.** Pesticides, widely used in agriculture, are toxic not only to harmful organisms, but also to the cultivated plants themselves, as well as to soil microorganisms. Studies have revealed the negative impact of pesticides on the biochemical activity of ordinary chernozem under sunflower crops. Biochemical activity was assessed both by the activity of individual enzymes and by the calculated integral index of soil biological activity.

**Key words:** pesticides, soil biochemical activity, enzymatic activity, invertase, phosphatase, urease, catalase.

В настоящее время пестициды находят широкое применение в сельском хозяйстве, позволяя избежать существенных утрат урожая и снижения качества продукции. К пестицидам относятся все средства защиты растений от сорняков, вредителей и болезней. Являясь химически активным чужеродным элементом в агроценозе, пестициды обладают токсичностью не только для вредных организмов, но и для самих культурных растений, а также для человека, животных, микро- и мезофауны почв.

Несоблюдение технологии при использовании пестицидов может привести к их накоплению в почве, грунтовых водах и водоемах, а также в урожае сельскохозяйственных культур. В связи с использованием пестицидов нередко нарушается равновесие между отдельными видами и различными представителями флоры и фауны как в агроценозе, так и в экологической системе в целом. Прежде всего негативное влияние

пестицидов сказывается на биологической и биохимической активности почвы. Пестициды подавляют жизнедеятельность почвенных микроорганизмов, способны разрушать природные ферменты, необходимые для жизни растений, угнетают развитие самих культурных растений, снижают количество не только вредителей, но и полезных насекомых. Все это снижает плодородие почвы и приводит к нарушению стабильности экосистемы в целом (Хазиев, 1982; Зайнитдинова и др., 2019).

Из-за многообразия пестицидов и различий в присущих им экологических свойствах, их действия никогда не бывают однозначными. Принимая во внимание то, что почва обеспечивает сопряжение биологического и геологического круговоротов, нарушение биологических и биохимических процессов в ней неизбежно отражается на функционировании агроэкосистемы. Это выражается в снижении продуктивности сообществ, нарушении процессов трансформации органического вещества и гумусообразования. В связи с этим весьма актуальным представляется изучение влияния пестицидов на биохимическую активность чернозема обыкновенного при выращивании подсолнечника.

Сложные биохимические процессы происходят в почвах с участием иммобилизованных почвой внеклеточных ферментов, которые не только значительно ускоряют биохимические реакции (в десятки, а иногда и в сотни раз), но и делают возможным их протекание при обычной температуре окружающей среды. Разнообразие и богатство ферментов в почве позволяет осуществляться последовательной биохимической трансформации поступающих в нее органических остатков от синтеза гумуса до полной минерализации. Таким образом, благодаря ферментативной активности в почве поддерживается определенный биохимический гомеостаз, обеспечивается непрерывность процессов метаболизма.

**Материалы и методы исследований.** Полевые исследования проводились в Приазовской сельскохозяйственной зоне на стационаре агрохимии и защиты растений ФГБНУ ФРАНЦ. Объект исследований – чернозем обыкновенный карбонатный североприазовский тяжелосуглинистый с мощностью гумусового горизонта до 80 см и содержанием гумуса в пахотном слое – 3,8-4,2%. Выращиваемая культура – подсолнечник, предшественник – озимая пшеница. Полевой опыт

закладывали в трехкратной повторности на участках без внесения удобрений и на высоком фоне удобрений (N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub>). Схема опыта приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Схема опыта

Вариант	Препарат	Назначение препарата	Доза внесения
1 - Контроль (К)	-	-	-
2 - Химическая система защиты (ХСЗ)	Максим, КС	контактный фунгицид для протравливания семян	5,0 л/га
	Табу, ВСК	Инсектицид и акарицид	6,0 л/т
	Оптимо, КЭ	фунгицид	1,0 л/га
	Каратэ Зеон, МКС	Пиретроидный инсектицид	0,2 л/га
	Ацетал Про, КЭ	селективный гербицид	2,0 л/га
3 - Новый ассортимент химической системы защиты (НА)	Гераклион, КС	контактно-системный фунгицидный протравитель с бактерицидным действием	2,0 л/т
	Имидалит, ТПС	системный инсектицид контактного и кишечного действия для предпосевной обработки семян	6,0 л/т
	Титул Дуо, ККР	системный фунгицид	0,5 л/га
	Амплиго, МКС	инсектицид нового поколения	0,2 л/га
	Гардо Голд, КС	селективный довсходовый гербицид	3,0 л/га

Ферментативную активность почвы определяли по активности ферментов класса гидролаз (инвертазы, фосфатазы, уреазы) и класса оксидоредуктаз (каталазы). Образцы почв для определения ферментативной активности отбирали из пахотного горизонта (0-25 см) в следующие сроки: весной до обработки пестицидами, через две недели после обработки пестицидами, осенью перед уборкой урожая. Активность каталазы определяли газовольметрическим методом; активность инвертазы – фотоколориметрическим методом, по Бертрану (Хазиев, 2005). При определении активности фосфатазы за основу взят метод А.Ш. Галстяна и Э.А. Арутюняна с некоторыми изменениями: увеличение объема раствора фенолфталеинфосфата натрия, добавляемого к навеске почвы, а также времени инкубации (3 часа) (Хазиев, 2005). Активность уреазы определяли методом Галстяна в нашей модификации (Наими, 2019). Анализы выполнялись в 3-кратной аналитической повторности. Результаты обработаны методами вариационной статистики.

**Результаты и обсуждение.** Чернозёмы обыкновенные североприазовские обладают довольно большим ферментативным пулом (табл. 2). Исследования показали, что активность каталазы по всем вариантам

на протяжении опыта варьировала в пределах 7,5-14,1 мл O<sub>2</sub> в 1 г почвы за 1 мин, по шкале сравнительной оценки биологической активности Гапонюк-Малахова (Гапонюк, Малахов, 1985) почва попадает в категории средней и высокой активности каталазы.

Таблица 2 – Динамика ферментативной активности чернозема обыкновенного под подсолнечником

Вариант	Без удобрения			N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>		
	апрель	июль	сентябрь	апрель	июль	сентябрь
КАТАЛАЗА, мл O <sub>2</sub> в 1 г почвы за 1 мин						
1 - К	12,7	11,0	10,2	11,4	8,1	7,5
2 - ХСЗ	14,1	12,9	11,1	10,6	8,8	11,2
3 - НА	12,8	11,7	9,1	10,5	8,7	9,8
УРЕАЗА, мг N-NH <sub>3</sub> /10 г/24 ч						
1 - К	6,92	7,36	7,86	7,73	5,87	6,70
2 - ХСЗ	6,83	7,29	7,61	6,41	6,16	7,54
3 - НА	6,32	6,27	5,24	7,23	5,49	6,23
ФОСФАТАЗА, мг P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> / 10 г / 1 ч						
1 - К	3,95	2,51	3,57	3,48	2,24	3,60
2 - ХСЗ	3,78	2,03	2,90	3,36	1,96	2,72
3 - НА	3,50	1,90	3,89	3,93	1,88	2,58
ИНВЕРТАЗА, мг глюкозы на 1 г за 24 ч						
1 - К	22,5	17,1	15,7	25,4	22,2	22,7
2 - ХСЗ	23,8	15,1	16,2	24,1	19,2	19,7
3 - НА	23,9	15,5	18,5	23,7	17,5	18,0

Самые высокие значения каталазной активности чернозема характерны для весеннего периода до начала вегетации, чему, вероятно, способствовала аэрация при механической обработке почвы, активизирующая процессы окисления. На вариантах без внесения удобрений активность постепенно снижается от весны к осени на всех вариантах. На фоне минерального питания N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> на вариантах с внесением средств защита растений активность каталазы снижается в июле после внесения пестицидов и повышается в сентябре.

Исследованный чернозем обыкновенный обладает слабой активностью уреазы по шкале Гапонюк-Малахова, по всем вариантам и срокам отбора она варьировала в нешироких пределах – 5,24-7,86 мг N-NH<sub>3</sub> на 10 г почвы за 24 часа (табл. 2). В почвах уреазы, в основном, связана с органоминеральным комплексом и обладает довольно высокой устойчивостью против ингибирующих факторов. На контроле без внесения удобрений происходит

постепенное повышение активности уреазы от весны к осени, такая же динамика прослеживается и на варианте 2-ХСЗ. На варианте 3-НА, наоборот, наблюдалось снижение активности уреазы к концу вегетации подсолнечника, что говорит о негативном влиянии пестицидов этой группы на данный фермент. На вариантах с внесением удобрений в динамике активности уреазы прослеживается летний минимум, причем наибольшее снижение активности фермента отмечается в летний период также на варианте 3-НА.

По шкале Гапонюк-Малахова исследованный чернозем обладает средней активностью фосфатазы, по всем вариантам и срокам отбора она варьировала в пределах – 1,88-3,95 мг  $P_2O_5$  / 10 г / 1 ч. В динамике активности фосфатазы на всех вариантах, включая контроль, четко прослеживается летний минимум. Значительное снижение активности фосфатазы отмечалось на вариантах 2-ХСЗ и 3-НА без внесения удобрений – соответственно 46,3 и 45,7 % (на контроле – 36,5%). На тех же вариантах на фоне минерального питания снижение активности фосфатазы составило 41,6 и 52,2 % (на контроле – 35,6%).

Активность инвертазы исследованного чернозема по шкале Гапонюк-Малахова характеризуется как средняя и варьирует в пределах 15,1-25,4 мг глюкозы на 1 г за 24 ч. Для динамики активности инвертазы также характерен летний минимум значений, хотя и не так ярко выраженный, как у фосфатазы. В июле на контроле без удобрений активность инвертазы снизилась по сравнению с весенними показателями на 24,0%, а на вариантах с пестицидами 2-ХСЗ и 3-НА соответственно на 36,6 и 35,1 %. На фоне минерального питания эти цифры составили 12,6% на контроле и 20,3 и 26,2% на вариантах с пестицидами. То есть, как при внесении удобрений, так и на неудобренных участках отмечается негативное влияние пестицидов на биохимическую активность чернозема.

По динамике активности отдельных ферментов иногда трудно сделать вывод о влиянии пестицидов на общую биохимическую активность почвы. Абсолютные значения активности различных ферментов имеют различные единицы измерения, их нельзя суммировать или производить другие математические действия. Поэтому для оценки общего уровня биохимической активности под посевами подсолнечника при использовании различных средств защиты растений в качестве обобщающего коэффициента был использован интегральный показатель биологического состояния почвы (ИПБС). Для его расчета максимальное значение каждого из показателей

ферментативной активности (каталазы, уреазы, фосфатазы и инвертазы) принимали за 100%, а значения остальных величин выражали в процентах по отношению к нему и определяли среднее значение четырех показателей ферментативной активности для каждого варианта опыта. Рассчитанные значения ИПБС приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Интегральные показатели биологического состояния чернозема обыкновенного (ИПБС) по вариантам опыта, %

Вариант	Без удобрения			N <sub>80</sub> P <sub>80</sub> K <sub>80</sub>		
	апрель	июль	сентябрь	апрель	июль	сентябрь
1 - К	91,7	75,6	81,1	91,8	69,1	79,7
2 - ХСЗ	94,1	73,7	78,2	84,2	66,5	80,4
3 - НА	88,5	68,0	75,6	89,6	62,0	71,3

Снижение значений ИПБС, а, следовательно, и общего уровня биологической активности, отражает снижение степени устойчивости почвы к действию антропогенной нагрузки и ее способности выполнять свои экологические функции в условиях агробиоценоза. Колесников С.И. с соавторами предложил шкалу оценки снижения биологической активности почвы, используя показатель ИПБС: при уменьшении ИПБС менее чем на 5% почва продолжает нормально выполнять свои экологические функции, при снижении от 5 до 10% наблюдается нарушение информационных экосистемных функций почвы, от 10 до 25% – ухудшение биохимических, физико-химических, химических и целостных экосистемных функций, более чем на 25% – угнетение всех вышеперечисленных, а также физических экосистемных функций (Колесников и др., 2013).

Согласно полученным результатам (табл. 3), как на контроле, так и на вариантах с внесением пестицидов, прослеживается ярко выраженная сезонная динамика с летним минимумом общей биологической активности, однако, на контроле снижение биологической активности ниже, чем на вариантах с применением средств защиты растений. Это говорит о негативном влиянии пестицидов на биохимическую активность исследованного чернозема, причем новый арсенал химических средств защиты растений, применявшийся на варианте 3, оказал большее негативное воздействие по сравнению с пестицидами на варианте 2. Внесение удобрений усиливает негативное воздействие средств защиты растений на биохимическую активность почвы. К концу вегетационного периода

подсолнечника показатели ИПБС увеличиваются, но до весеннего уровня не восстанавливаются.

Таким образом, результаты исследования подтверждают негативное воздействие пестицидов на общую биохимическую активность исследованной почвы. Следовательно, при выращивании подсолнечника с применением средств защиты растений происходит нарушение устойчивости почвы и снижение ее способности к выполнению биохимических и других экосистемных функций.

### Литература

1. Хазиев Ф.Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. М.: Наука, 1982. 203 с.
2. Зайнитдинова Л.И., Косимов Д.И.У., Ташпулатов Ж.Ж., Куканова С.И. Влияние пестицидов на микробиоценозы и ферментативную активность сероземов // *Universum: химия и биология*. 2019. № 11-1 (65). С. 22-26.
3. Хазиев Ф.Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.
4. Наими О.И. О методе определения активности уреазы в почве // *Высокие технологии и инновации в науке*. СПб: ГНИИ «Нацразвитие», 2019. – С. 17-20.
5. Гапонюк Э.И., Малахов С.В. Комплексная система показателей экологического мониторинга почв // *Миграция загрязненных веществ в почвах и сопредельных средах*. Тр. 4-го Всесоюзного совещания. – Л.: Гидрометеиздат, 1985. – С. 3-10.
6. Колесников С.И., Казеев К.Ш., Денисова Т.В., Даденко Е.В. Оценка устойчивости почв Юга России к химическому загрязнению // *Научный журнал КубГАУ*, – 2013. – №91(07). – С. 398-408.

УДК 631.155.2

DOI: 10.34924/FRARC.2023.14.18.061

## ДИНАМИКА ПРОИЗВОДСТВА РАСТИТЕЛЬНОГО МАСЛА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ