

УДК 631.461:631.445.25

## ДЕЙСТВИЕ ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ И ВЫСОКИХ ТЕМПЕРАТУР НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРОЙ ЛЕСНОЙ ПОЧВЫ

Л. Ф. ТАРАРИНА, В. Н. ВОИНОВА, В. Т. ЕМЦЕВ

(Кафедра микробиологии)

Первые попытки изучить действие ионизирующей радиации на ферментативную активность почвы были предприняты К. Шарером [27]. Автор пришел к заключению, что каталитическая активность почвы после ее стерилизации при использовании ультрафиолетового облучения несколько снижается. В дальнейшем В. Даль с сотрудниками [25] и А. Сваллоу [28] обнаружили сильную инактивацию каталазы при ионизирующем облучении. По их мнению, процессы инактивации в значительной степени ослабляются при наличии различных примесей, оказывающих защитное действие.

Активность каталазы изменяется в зависимости от дозы  $\gamma$ -облучения растительных тканей: при дозах 10—25 крад она увеличивается, а при 500 крад и выше снижается [19]. Имеются данные об увеличении активности каталазы в клетках дрожжей в результате рентгеновского или  $\gamma$ -облучения в дозе 100 крад, индукция каталазы в этом случае связана с образованием  $H_2O_2$  [22].

Как показали опыты [24], при  $\gamma$ -облучении образцов сточных вод в дозах 100 и 300 крад активность окислительно-восстановительных ферментов (каталазы и дегидрогеназ) уменьшалась примерно на 40 %, а количество бактерий — на 90—99 % [24]. Ослабление активности дегидрогеназ вследствие ионизирующего облучения отмечалось также и в других работах [3, 8]. При дозе облучения 100 рад она снизилась на 21 %. Добавка глюкозы, мочевины и других веществ способствует повышению устойчивости фермента к облучению, так как образующиеся при этом свободные радикалы вступают в реакцию с внесенными веществами, в итоге их действие на фермент ослабляется. В опытах Е. Воробьевой и Д. Звягинцева [5] устойчивость каталазы после облучения воздушно-сухих образцов почв дозой 2 мрад оставалась высокой — 70—95 %.

К факторам, влияющим на ферментативную активность почвы, относится также и термообработка. Так, было установлено [15, 16], что стерилизация сухим жаром (100—105 °С) не подавляет полностью активность ферментов. Хотя активность каталазы снижалась в десятки раз, но даже при жесткой стерилизации в автоклаве она сохранялась на 5—12 % от исходной.

По имеющимся данным [4], термостабильную систему каталазы составляют каталаза спор бактерий, грибов и актиномицетов и так называемая «псевдокаталаза». Показано [11] различное действие тем-

ператур на внеклеточную и внутриклеточную каталазу, а также на почвенную, которая оказалась наиболее термоустойчивой.

Нагревание почвы до 100° не приводило к полной инактивации фермента дегидрогеназ; последняя наблюдалась в основном при температуре 140° [1, 13]. Прогрев некоторых почв при 100°, наоборот, вызвал повышение активности фермента, что связано с регенерацией молекул дегидрогеназ вблизи этого порога [5, 7].

В литературе нами не обнаружено данных о влиянии ионизирующего облучения и температурного фактора на активность оксидоредуктаз серой лесной почвы при внесении растительных остатков и отдельных их компонентов в различных режимах увлажнения. Изучение этих вопросов и входило в задачу наших исследований.

### Материал и методика

Для эксперимента были взяты серая лесная среднеподзоленная почва перегнойно-аккумулятивного и иллювиального горизонтов (Северные Тульские засеки) и кварцевый песок. В качестве органического материала использовали наземную часть клевера и хвою сосны, а также клетчатку (обеззоленный фильтр), таниды (химически чистый танин), терпены (канифоль) и лигнин.

Закладка опыта проводилась по методике, описанной в предыдущей работе [12]. Подготовленные образцы подвергали  $\gamma$ -облучению интенсивностью 16,3 мрад. Микробиологический анализ после облучения показал полную стерильность каждого компонента. Стерилизацию сухим жаром проводили при температуре 120° в течение 6 ч. Контролем служили аналогичные нестерильные варианты.

После стерилизации почвенные образцы заливали предварительно прокипяченной (в течение 3 ч) и охлажденной в закрытом сосуде дистиллированной водой. Затем наливали толуол, а на следующие сутки — 3 мм слой прокипяченного и охлажденного силиконового масла.

Стерильность и переувлажнение образцов поддерживали в опыте с  $\gamma$ -облучением 75 сут, а при термообработке 42 сут. По истечении этого времени излишек инкубационной вытяжки сливали и образцы переводили на режим естественного высушивания (период расстерилизации) при температуре 20—23°.

Активность дегидрогеназ определяли по методике А. Ш. Галстяна [7], активность каталазы — газометрически по В. Ф. Купревичу [15], сравнительную активность полифенолоксидазы и пероксидазы — по А. Ш. Галстяну [6].

### Результаты опытов и их обсуждение

Дегидрогеназная активность почвы. Гамма-облучение образцов почвы приводило к полной инактивации дегидрогеназ во всех вариантах. Их активность не проявлялась также в течение всего стерильного периода (75 сут). Следовательно, уничтожение микроорганизмов в почве повлекло за собой затухание дегидрогеназной активности.

Подобные результаты получены и после стерилизации почвенных образцов сухим жаром. По-видимому, в почве при термостатировании происходит тепловая инактивация фермента в результате его денатурации. Дегидрогеназы и в этом опыте не были активны в течение всего периода стерильности (42 дня), что дает основание считать их весьма радио- и теплочувствительным ферментом.

При стерилизации  $\gamma$ -лучами и при термообработке защитное действие внесенного органического материала на дегидрогеназную активность не проявлялось.

В нестерильных вариантах активность дегидрогеназ зависела от вида внесенного органического материала (табл. 1). Во всех вариантах активность фермента сразу после перевода образцов от воздушно-сухого состояния в условия переувлажнения возросла, особенно при внесении клевера. Самые низкие значения  $E_h$  в период переувлажнения были именно в этом варианте, что отмечалось и в предыдущей работе [21].

При расстерилизации образцов наблюдалась некоторая регенерация активности фермента, наиболее заметная при добавке клевера,

Динамика активности дегидрогеназ (мг ТФФ на 1 г почвы за 24 ч)  
в образцах при их инкубации в стерильных (термообработка)  
и нестерильных условиях

Сроки, дни*	Контроль (почва или песок)	Добавки в компосты					
		тер- пены	танин	лиг- нин	клет- чатка	хвоя сосны	клевер
Горизонт А <sub>1</sub>							
Нестерильные условия							
О <sub>и</sub>	0,21	0,05	—	0,19	0,06	0,08	0,17
В среднем по опыту	0,32	0,11	0,14	0,35	0,46	0,50	1,19
Период расстерилизации (высушивание)							
56	Сл.	0,02	0,07	Сл.	0,25	0,14	Сл.
77	0,05	0,04	Сл.	0,33	0,17	0,41	0,87
91	Сл.	0,04	»	0,24	0,13	0,28	0,97
126	»	—	»	0,12	0,08	Сл.	0,63
Горизонт В <sub>2</sub>							
Нестерильные условия							
О <sub>и</sub>	—	—	—	0,05	—	—	0,04
В среднем по опыту	—	—	—	0,08	0,05	0,12	0,48
Период расстерилизации (высушивание)							
56	—	—	—	—	—	—	0,10
77	—	—	—	0,05	—	—	0,75
91	—	—	—	0,02	—	—	0,50
126	—	—	—	—	—	—	0,31
Песок							
Нестерильные условия							
О <sub>и</sub>	—	—	—	—	—	—	0,19
В среднем по опыту	—	—	—	—	—	0,33	0,44
Период расстерилизации (высушивание)							
56	—	—	—	—	—	0,15	0,36
77	—	—	—	—	—	0,03	0,63
91	—	—	—	—	—	0,02	0,38
126	—	—	—	—	—	—	0,14

\* О<sub>и</sub> — исходный воздушно-сухой образец. В первые 42 дня в стерильных условиях (перевлажнение) активности дегидрогеназ не наблюдалось.

клетчатки, лигнина и хвои сосны. В нестерильных условиях смена режимов увлажнения вызвала во всех вариантах, кроме варианта с терпенами, некоторое увеличение активности дегидрогеназ (табл. 1).

При высушивании почвы до воздушно-сухого состояния активность дегидрогеназ понизилась во всех вариантах опыта (как стерильных, так и нестерильных), что связано прежде всего с критическим уменьшением ее влажности.

Большое влияние на активность дегидрогеназ оказывал субстрат (горизонты А<sub>1</sub> и В<sub>2</sub>, кварцевый песок). Так, значение этого показателя было наиболее высоким при использовании почвы перегнойно-аккумулятивного горизонта, что объясняется суммарным действием гумуса почвы и внесенным органическим материалом; заметно ниже оно было в вариантах с почвой иллювиального горизонта, а в контроле и образцах с добавкой терпенов и танинов дегидрогеназная активность полностью отсутствовала. Низкая активность фермента наблюдалась также в кварцевом песке, здесь она обусловлена в основном действием внесенных растительных дегидрогеназ.

Каталазная активность почвы. В образцах, обработанных  $\gamma$ -облучением, активность каталазы нами не определялась. Стерилизация образцов высокой температурой вызвала понижение активности каталазы почти во всех вариантах опыта (табл. 2). Это, вероятно, связано с большой ее термостабильностью [4, 17]. В литературе имеются сведения о том [2, 4], что остаточная каталитическая активность почвы после термообработки обусловлена высоким содержанием в ней неорганических катализаторов (солей железа и марганца). Кроме того, фермент находится в адсорбированном состоянии и поэтому меньше подвергается денатурации [11]. В наших опытах в вариантах с чистым кварцевым песком каталаза отсутствовала как в стерильных, так и в нестерильных образцах.

Остаточная каталазная активность компостов после обработки их сухим жаром колебалась от 22 до 95 % в зависимости от вида внесенного органического материала и субстрата. Причем наибольшая разница в активности каталазы между стерильными и нестерильными компостами отмечалась в тех образцах, где фермент частично был внесен извне с органическими добавками. Это объясняется тем, что он менее устойчив к денатурации, чем почвенная каталаза [4, 7, 11, 15].

Переувлажнение стерильных образцов привело к повышению активности каталазы во всех вариантах, кроме варианта с добавкой хвои сосны (табл. 2). Самым значительным оно было в течение стерильного периода в образце с клевером (табл. 3). В среднем активность каталазы увеличилась по сравнению с исходной на 40 % в образцах горизонта  $A_1$  и на 50 % в образцах горизонта  $B_2$ .

По-видимому, повышение влажности в изучаемых образцах несколько снимало ингибирование каталазы высокой температурой. Однако уровень фермента был несколько ниже, чем в контрольных нестерильных образцах (табл. 4).

Таблица 2

Динамика активности каталазы ( $\text{см}^3 \text{O}_2$  за 2 мин на 1 г почвы) в компостах серой лесной почвы в стерильных условиях в среднем по опыту

Состояние образцов	Контроль (почва или пе- сок)	Добавки в компосты					
		терпены	танин	лигнин	клетчат- ка	хвоя сосны	клевер
Горизонт $A_1$							
$O_{и.т}$	2,90	3,32	1,62	2,42	3,02	3,17	3,25
$O_{и.т}$	1,62	0,72	0,90	1,07	1,45	1,06	0,87
Стерильные усло- вия	2,30	0,76	1,02	1,67	1,82	0,99	2,17
Расстерилизация	1,51	1,13	0,28	1,33	1,74	2,14	11,32
Горизонт $B_2$							
$O_{и.т}$	2,45	3,0	1,05	1,82	2,67	2,71	2,17
$O_{и.т}$	2,35	1,15	0,75	1,65	1,93	1,95	1,07
Стерильные усло- вия	3,53	1,32	0,98	1,95	3,20	0,89	3,50
Расстерилизация	1,16	0,60	0,16	0,88	1,68	1,29	1,98
Песок							
$O_{и.т}$	0,0	—	—	—	—	0,62	1,07
$O_{и.т}$	0,0	—	—	—	—	0,15	0,42
Стерильные усло- вия	0,0	—	—	—	—	0,43	0,79
Расстерилизация	0,0	—	—	—	—	2,54	25,09

Примечание. Здесь и в табл. 4—6  $O_{и.т}$  — исходный воздушно-сухой образец;  $O_{и.т}$  — то же после термообработки.

Влияние стерильного переувлажнения (42 сут) на активность окислительно-восстановительных ферментов (%) в горизонте А<sub>1</sub> (числитель) и В<sub>2</sub> (знаменатель)

Фермент	Контроль (почва)	Добавки к почве							Добавки к песку	
		клевер	хвоя сосны	клетчатка	танин	терпены	лигнин	среднее по вариантам	клевер	хвоя сосны
Каталаза	+42	+149	-7	+25	+13	+5	+56	+40	+88	+186
	+50	+227	-55	+65	+30	+14	+18	+50		
Полифенолоксидаза	+82	+82	+104	+186	0	-15	+92	+76	+79	+251
	+13	+74	+33	+33	+8	+144	+15	+39		
Пероксидаза	+76	+214	+266	+359	+308	+67	+222	+216	+247	+161
	+21	+124	+151	+42	+58	+91	+19	+72		

Следует отметить, что в стерильный период (табл. 2), так же как и непосредственно после термообработки образцов, варианты с органическими добавками по активности фермента уступали контролю (почва).

В нестерильных образцах внесенный органический материал влиял на активность каталазы соответственно своему химическому составу (табл. 4). Такие добавки, как хвоя сосны, клетчатка и особенно клевер, стимулировали активность каталазы, все остальные (танин, терпены, лигнин) ингибировали ее действие.

Анаэробизм нестерильных образцов (кроме образца с клевером) обусловил некоторое снижение активности каталазы. Подобное явление было отмечено нами ранее [20]. В дальнейшем по мере инкубации образцов в условиях переувлажнения активность каталазы постепенно возрастала.

При расстерилизации образцов произошло заметное нарастание активности каталазы и оно было более значительным, чем в нестериль-

Таблица 4

Динамика активности каталазы (см<sup>3</sup> О<sub>2</sub> за 2 мин на 1 г почвы) в компостах серой лесной почвы в нестерильных условиях в среднем по опыту

Состояние образцов	Контроль (почва или песок)	Добавки в компосты					
		терпены	танин	лигнин	клетчатка	хвоя сосны	клевер
Горизонт А <sub>1</sub>							
О <sub>и</sub>	2,70	3,0	1,55	2,50	2,70	2,65	2,75
Анаэробизм	2,48	1,74	1,43	1,57	2,34	2,04	4,30
Аэробизм	2,96	2,51	1,28	2,65	4,07	3,97	9,33
Горизонт В <sub>2</sub>							
О <sub>и</sub>	2,25	2,15	1,20	1,75	2,60	2,15	2,10
Анаэробизм	1,86	1,23	0,66	1,59	2,88	0,88	3,73
Аэробизм	2,13	1,36	1,02	1,59	3,21	2,11	4,79
Песок							
О <sub>и</sub>	—	—	—	—	—	0,60	1,10
Анаэробизм	—	—	—	—	—	0,29	3,27
Аэробизм	—	—	—	—	—	1,70	2,46

ных вариантах при переходе к состоянию аэробноза (табл. 2 и 4). Особенно увеличилась активность фермента в период расстерилизации в образцах с клевером, богатых легко доступным для микроорганизмов органическим веществом. Кроме того, эти компосты в данный период опыта характеризовались наименьшей кислотностью — нейтральной и слабощелочной (рН 7,26—7,83).

Самая низкая активность фермента, так же как и в нестерильном варианте, была в компостах с танином, отличающихся низкими значениями рН (4,64—5,20). Это связано с тем, что в диапазоне рН 2,0—4,5 адсорбция и инактивация фермента осуществляются полнее [10]. Подобное действие танина на каталазную активность отмечено и в других работах [14, 26].

Активность полифенолоксидазы и пероксидазы. Обработка воздушно-сухих образцов почвы  $\gamma$ -излучением<sup>1</sup> и сухим жаром способствовала некоторому повышению активности фенолоксидаз (табл. 5 и 6).

Имеются данные, что активность пероксидазы возрастает и в животных тканях после рентгеновского и нейтронного облучения [23]. Известно, что все виды излучений сопряжены с первичными радиационно-химическими процессами, а они в свою очередь — с активизацией ферментативных реакций окисления [9]. В области высоких температур также происходит термическое окисление веществ [18]. По-видимому,

Т а б л и ц а 5

Динамика активности полифенолоксидазы (мг пурпургалина на 1 г почвы) в компостах серой лесной почвы в среднем по опыту

Состояние образцов	Контроль (почва или пе- сок)	Добавки в компосты					клевер
		терпены	танин	лигнин	клетчат- ка	хвоя сосны	
Горизонт А <sub>1</sub>							
О <sub>и</sub>	0,65	0,31	0,46	0,38	0,43	0,47	1,92
О <sub>и. т</sub>	0,78	0,75	0,98	0,52	0,67	0,62	1,76
О <sub>и.у</sub>	0,45	0,38	1,07	0,48	0,58	0,58	1,67
Нестерильные условия	1,31	0,53	1,14	1,04	2,13	1,61	3,30
Стерильные условия	0,99	0,48	0,82	0,71	1,30	0,88	2,57
Горизонт В <sub>2</sub>							
О <sub>и</sub>	1,34	0,33	0,85	0,34	0,71	0,76	1,64
О <sub>и. т</sub>	1,17	0,35	1,17	0,69	0,95	0,85	1,35
Нестерильные условия	1,09	0,52	0,95	0,63	1,42	1,06	3,16
Стерильные условия	1,0	0,55	0,77	0,55	0,92	0,98	1,96
Песок							
О <sub>и</sub>	—	—	—	—	—	0,53	2,45
О <sub>и. т</sub>	—	—	—	—	—	0,74	1,36
Нестерильные условия	—	—	—	—	—	0,93	3,53
Стерильные условия	—	—	—	—	—	1,98	4,35

П р и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 6 стерильные условия — термообработка. О<sub>и.у</sub> — исходный воздушно-сухой образец после  $\gamma$ -облучения.

<sup>1</sup> При различных режимах увлажнения после  $\gamma$ -облучения активность ферментов не определялась.

Динамика активности пероксидазы (мг пурпургалина на 1 г почвы) в компостах серой лесной почвы в среднем по опыту

Состояние образца	Контроль (почва или песок)	Добавки в компосты					
		терпены	танин	лигнин	клетчатка	хвоя сосны	клевер
Горизонт А <sub>1</sub>							
О <sub>и</sub>	0,41	0,22	0,37	1,83	0,33	0,58	2,61
О <sub>и. т</sub>	2,35	0,58	0,71	0,72	1,13	0,60	1,48
О <sub>и. т</sub>	1,49	0,72	3,65	1,94	1,89	0,76	3,94
Нестерильные условия	2,77	0,61	4,27	1,72	3,80	3,62	4,16
Стерильные условия	2,45	0,61	1,96	1,51	3,24	1,43	4,33
Горизонт В <sub>2</sub>							
О <sub>и</sub>	2,56	0,31	1,03	0,41	3,64	1,56	1,77
О <sub>и. т</sub>	4,00	0,55	2,88	1,14	3,82	1,00	1,09
Нестерильные условия	3,79	1,08	3,83	0,55	5,60	2,23	3,98
Стерильные условия	3,30	0,71	3,00	0,83	4,30	2,28	2,32
Песок							
О <sub>и</sub>	—	—	—	—	—	0,29	2,88
О <sub>и. т</sub>	—	—	—	—	—	0,33	0,59
Нестерильные условия	—	—	—	—	—	0,97	4,08
Стерильные условия	—	—	—	—	—	1,23	5,89

этим можно объяснить повышение активности ферментов при стерилизации образцов почвы  $\gamma$ -излучением и термообработкой.

Исследования показали, что органические добавки действовали на активность фенолоксидаз как в стерильном, так и в нестерильном опытах соответственно своему химическому составу. В течение всего эксперимента самая высокая активность ферментов была в варианте с клеверным сеном, самая низкая — с терпенами.

Переувлажнение почвы привело к заметному повышению активности ферментов (табл. 3, 5, 6). В стерильном опыте активность полифенолоксидазы за 42 дня компостирования в горизонтах А<sub>1</sub> и В<sub>2</sub> в среднем повысилась соответственно на 76 и 39 %, а активность пероксидазы — на 216 и 72 %. Таким образом, увлажнение воздушно-сухой почвы способствовало активизации деятельности данных ферментов, а высушивание приводило к снижению активности оксидаз. Активность фенолоксидаз в стерильном опыте была несколько меньше, чем в нестерильном (табл. 5 и 6).

Анализ данных о влиянии субстрата на активность фенолоксидаз в вариантах с растительными добавками показывает, что в условиях анаэробно-максимальной активностью отличается почва перегнойно-аккумулятивного горизонта, минимальной — песок, а при аэробно-наоборот.

Во всех вариантах активность пероксидазы в среднем по опыту была выше, чем активность полифенолоксидазы.

### Выводы

1. Стерилизация компостов  $\gamma$ -облучением и высокой температурой приводила к полной инактивации дегидрогеназ и к некоторому повы-

шению активности фенолоксидаз. Активность каталазы после термообработки снижалась в зависимости от вида внесенного органического материала на 23—96 %.

2. При инкубации стерильных образцов в анаэробных условиях активность каталазы, полифенолоксидазы и пероксидазы в среднем увеличилась соответственно на 40, 76 и 216 % (горизонт А<sub>1</sub>) и на 50, 39 и 72 % (горизонт В<sub>2</sub>). Проявления активности дегидрогеназ не отмечалось.

3. Расстерилизация стерильных образцов вызвала незначительную регенерацию активности дегидрогеназ и заметную активизацию всех остальных ферментов. Максимальная активность ферментов характерна для вариантов с клевером, минимальная — для образцов с терпенами и танином.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Р. А. Особенности ферментативной активности почв. — Автореф. канд. дис. М., 1975. — 2. Барановская А. Б. Об активности каталазы в некоторых почвах лесной степной зоны. — Почвоведение, 1954, № 11, с. 41—48. — 3. Верещинский И. В., Пикаев А. К. Введение в радиационную химию. М.: Изд-во АН СССР, 1963. — 4. Вигоров А. И. Особенности каталазы подзолистой почвы. — Докл. АН СССР, 1958, т. 122, № 6, с. 1107—1110. — 5. Воробьева Е. А., Звягинцев Д. Г. Устойчивость ферментов почв к инактивирующему действию температуры, гамма-облучению и протеолиза. — Науч. докл. высш. школы. Биол. науки, 1978, № 6, с. 123—131. — 6. Галстян А. Ш. Определение сравнительной активности пероксидазы и полифенолоксидазы в почве. — Докл. АН АрмССР, 1958, т. 26, № 5, с. 285—288. — 7. Галстян А. Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван: Айастан, 1974. — 8. Гродзенский Д. Э. Радиобиология. М.: Госполитиздат, 1963. — 9. Гулякин И. В., Юдинцева Е. В. Сельскохозяйственная радиобиология. М.: Колос, 1973. — 10. Звягинцев Д. Г., Великанов Л. Л. Влияние адсорбции ферментов на почвенных частицах и минералах на их активность. — В сб.: Докл. симп. по ферм. почв. Минск: Наука и техника, 1968, с. 108—119. — 11. Звягинцев Д. Г., Алиев Р. А. Сравнительное изучение температурной устойчивости каталазы различного происхождения. — Почвоведение, 1975, № 3, с. 73—80. — 12. Кауричев И. С., Тарарина Л. Ф., Бирюкова В. А. Влияние органич. материала на развитие редокс процессов в почве в стерильных условиях при анаэробнозе. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 3, с. 109—114. — 13. Козлов К. А. Изучение биологической активности почв Восточной Сибири. — Почвоведение, 1962, № 4, с. 40—47. — 14. Кретович В. Л. Введение в энзимологию М.: Наука, 1974. — 15. Купревич В. Ф. Биологическая активность почв и методы ее определения. — Докл. АН СССР, 1951, т. 79, № 5, с. 863—866. — 16. Купревич В. Ф., Щербакова Т. А. Почвенная энзимология. Минск: Наука и техника, 1966. — 17. Купревич В. Ф. Науч. тр. Т. 4. Почвенная энзимология. Минск: Наука и техника, 1974. — 18. Романцев М. В., Ларин В. А. Радиационное окисление органических веществ. М.: Атомиздат, 1972. — 19. Селихов В. Ф., Маслов А. Б., Мельницкий В. Н. Влияние возрастающих доз  $\gamma$ -лучей на некоторые биохимические и цитологические показатели многолетней пшеницы. — Биохим. и физиол. растений, 1972, М.: Наука, с. 103—111. — 20. Тарарина Л. Ф., Воинова В. Н. Об активности фермента каталазы при разложении органического материала в почве. — В сб.: Охрана природы и совершенствование биогеоценозов. Тульск. гос. пед. ин-т, 1975, вып. 3, с. 69—80. — 21. Тарарина Л. Ф., Емцев В. Т., Воинова В. Н. Активность дегидрогеназ при разложении растительных остатков в серой лесной почве. — Изв. ТСХА, 1977, вып. 4, с. 123—130. — 22. Штеффер К. Радиационная биохимия. М.: Атомиздат, 1972. — 23. Шурьян И. М., Стародуб Н. Ф. Влияние рентгеновских лучей и быстрых нейтронов на пероксидазную активность крови. — В кн.: Вопросы радиобиологии. Минск: Изд-во БГУ им. В. И. Ленина, 1969, с. 90—92. — 24. Beck Th., Schurmann G., Süß A. — Z. Pfl. u. Bodenkn., 1977, Bd 140, N 6, S. 657—668. — 25. Dale W. M., Cray L., Meredith W. I. — Phil. Trans. Roy. Soc. L. A., 1949, vol. 242, p. 33. — 26. Kunze Ch. — Oecol. plant., 1971, Bd 6, N 2, S. 197—201. — 27. Scharrer K. — Z. Pfl., Düng., Bodenkn., 1928, Teil A., 12, S. 323—329. — 28. Swallow A. G. — Radiation Chemistry of organic compounds Pergamon Press, 1960.

*Статья поступила 4 декабря 1979 г.*

## SUMMARY

The effect of  $\gamma$ -radiation and high temperature on enzymatic activity of gray forest soil under decomposition of organic matter in it (clover, pine tree needles, cellulose, lignin, tannin and terpenes) in overmoistening—drying regime was studied.



After sterilization of composts by  $\gamma$ -radiation and high temperature, dehydrogenases were completely inactivated, the activity of phenoloxidases somewhat increased, and the activity of catalase reduced by 23—96 %. At the incubation of sterile samples under anaerobic conditions the activity of catalase, polyphenoloxidase and peroxidase increased on the average by 40; 76 and 216 % respectively (horizon A<sub>1</sub>) and by 50; 39 and 72 % (horizon B<sub>2</sub>). The activity of dehydrogenases did not show up.