

3. Баграмян А. Н. Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии МСХ Армянской ССР, 15, 1980.
4. Баграмян А. Н. Биолог. ж. Армении, 34, 2, 1981.
5. Вознесенский В. Л. Первичная обработка экспериментальных данных. Л., 1969.
6. Галстян А. Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван, 1974.
7. Галстян А. Ш. Почвоведение, 2, 1978.
8. Галстян А. Ш., Абрамян С. А. Биолог. ж. Армении, 32, 7, 1979.
9. Дмитриев Е. Н., Карпачевский Л. О., Строганова М. Н., Шоба С. А. В кн.: Проблемы почвоведения. М., 1978.
10. Зонн С. В., Урушадзе Т. Ф. Научные основы и методические указания к биогеоценологическому изучению почв лесов. Тбилиси, 1974.
11. Карпачевский Л. О. Пестрота почвенного покрова в лесных биогеоценозах. М., 1977.
12. Коновалова А. С. Тр. Горьковск. СХИ, 55, 1973.
13. Ромашкевич А. Ш. Почвоведение, 8, 1980.
14. Чагина Е. Г., Ведрова Э. Ф. В кн.: Проблемы почвоведения. М., 1978.

«Биолог. ж. Армении», т. XXXV, № 8, 1982

УДК 631.465

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ И СООТНОШЕНИЕ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ПОЧВ

С. А. АБРАМЯН, Е. Н. БАДАЛЯН

Соотношение гуминовых и фульвокислот является одним из факторов, регулирующих активность ферментов в почве. Наиболее благоприятные условия для иммобилизации и действия ферментов в почве создаются при соотношении гуминовых и фульвокислот больше единицы.

Ключевые слова: ферментативная активность, гумусовые кислоты, почва.

В результате наших исследований было установлено, что действие ферментов почв подвергается регуляции, по характеру в основном факторной [1, 5]. Одним из факторов, регулирующих уровень ферментативной активности почв, является органическое вещество. Установлено, что в почвах, богатых им, более активны гидролазы, особенно карбогидразы [4, 12, 13, 15]. Однако зависимость ферментативной активности почв от соотношения гумусовых кислот до сих пор почти не изучена. Гумус является основным носителем при иммобилизации ферментов, поэтому выяснение этого вопроса имеет очень важное значение, так как позволит установить долю участия гуминовых и фульвокислот в регулировании ферментативных процессов почв и создании их каталитической способности.

Материал и методика. Исследования проводились на различных типах ненасыщенных и насыщенных основаниями почв: краснозем среднеглинистый, гумус — 5,1%, рН водной суспензии 4,5, степень насыщенности основаниями 27,7% (Груз.ССР); дерново-подзолистая, легкосуглинистая, гумус — 3,8%, рН 5,2, степень насыщенно-

сти — 51,8% (Московская обл.); горно-луговая дерново-торфянистая, среднесуглинистая, гумус — 22,4%, рН 4,6, степень насыщенности — 56,6%, горно-луговая дерновая, среднесуглинистая, гумус — 16,8%, рН 5,0, степень насыщенности — 72,4%; чернозем выщелоченный, среднесуглинистый, гумус — 11,6%, рН 6,6, степень насыщенности — 99,0%; каштановая карбонатная, среднесуглинистая, гумус — 3,4%, рН 8,2; пойменно-луговая, среднесуглинистая, гумус — 4,6%, рН 8,4; бурая полупустынная, среднесуглинистая, гумус — 2,0%, рН 8,0; солонец-солончак содовый, легкоглинистый, гумус — 0,5%, рН 10,0 (Армянская ССР). Активность ферментов определяли по утифицированным методам [6]. Активность инвертазы выражали в мг глюкозы на 1 г почвы за сутки, фосфатазы — мг Р на 100 г почвы за 30 мин, уреазы — мг NH₃ на 1 г почвы за сутки, АТФазы — мг Р на 100 г почвы за час, дегидрогеназ — мг трифенилформазана (ТФФ) на 10 г почвы за сутки, каталазы — см³ O₂ на 1 г почвы за мин. Гумус определяли по Тюрину, рН — потенциметрически, качественный состав гумуса по общепринятой методике [2, 9].

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что уровень активности гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов в различных типах почв зависит от соотношения гумусовых кислот (таблица). В горно-луговых почвах обнаруживается очень вы-

Таблица

Активность ферментов и соотношение гумусовых кислот почв

Почва, горизонт, см	Гумус, %	С _{тк} : С _{фк}	рН, Н ₂ O	Инвертаза, мг глюкозы	Фосфатаза, мг Р	Уреазы, мг NH ₃	АТФаза, мг Р	Дегидрогеназы, мг ТФФ	Каталаза, см ³ O ₂
Горно-луговая дерновая, А _д 0—10	16,8	0,82	5,0	126,3	29,6	18,9	11,4	13,3	3,6
Дерново-подзолистая, А ₁ 0—10	3,8	0,78	5,2	28,6	9,8	4,1	5,0	2,7	2,5
Краснозем, А ₁ 0—16	5,1	0,83	4,5	13,8	5,0	2,0	1,0	1,4	1,7
Чернозем выщелоченный, А _д 0—12	11,6	1,77	6,6	74,6	14,6	8,8	20,7	16,8	6,4
Каштановая, А _д 0—16	3,4	1,37	8,2	36,4	7,8	3,8	6,2	8,3	7,0
Пойменно-луговая, А 0—18	4,6	1,44	8,4	40,4	3,7	3,6	6,4	6,8	6,8
Бурая полупустынная, А 0—15	1,7	0,78	8,0	20,2	3,2	2,8	5,5	5,2	2,5
Солонец-солончак, 0—25	0,8	0,55	10,0	0 0	0,0	0,2	2,0	0,5	0,6

сокая активность гидролитических ферментов — инвертазы, фосфатазы и уреазы и низкая — окислительных. Высокая активность гидролаз в них обусловлена большим содержанием органического вещества. Значительное количество биомассы густой лугово-травянистой растительности в этих почвах разлагается в условиях повышенной влажности и относительно низких температур, что приводит к накоплению большого количества гумуса, с преобладанием в его составе фульвокислот [3, 14]. Низкая активность оксидаз в горно-луговых почвах в основном обусловлена кислой реакцией среды. Отношение активности инвертазы к каталазе, показывающее соотношение гидролаз и оксидаз, высокое (25—50).

Дерново-подзолистые почвы, по сравнению с горно-луговыми имеют низкий уровень активности ферментов. Избыточное увлажнение этих почв, кислая реакция, слабая микробиологическая деятельность способствуют образованию гумусовых веществ типа фульвокислот, поэто-

му в них так же, как и в горно-луговых, соотношение $C_{гк} : C_{фк}$ меньше единицы [7, 9, 11]. В этих почвах активность гидролитических ферментов сравнительно выше, чем окислительных, но их общий уровень низкий. Подзолообразовательный процесс приводит к снижению активности ферментов [8]. Значительное содержание подвижного алюминия—18,8% от суммы обменных катионов—оказывает сильное ингибирующее действие на активность ферментов [1]. Этот элемент особенно токсично влияет на активность оксидаз. Поэтому в дерново-подзолистых почвах активность каталазы низкая. Отношение активности инвертазы к каталазе в дерново-подзолистых почвах составляет 10—15.

Красноземы, также как и дерново-подзолистые почвы, имеют низкую биологическую активность. Эти почвы характеризуются весьма своеобразными условиями гумусообразования — увеличение влажности в них сопровождается возрастанием количества поступающих в почву растительных остатков, что приводит к накоплению гумусовых веществ преимущественно в форме фульвокислот, связанных с подвижными формами полутораокисей [7, 11]. Низкий уровень ферментативной активности красноземов обусловлен значительным содержанием алюминия — 52,7% от суммы обменных катионов. Отношение активности инвертазы к каталазе — 10—20. Приведенные в таблице данные показывают, что в ненасыщенных основаниями почвах — горно-луговых, дерново-подзолистых и красноземах, где фульвокислоты преобладают над гуминовыми, гидролитические процессы намного превалируют над окислительными. Следует отметить, что при таком широком соотношении гидролаз и оксидаз в почве не возникают условия, благоприятные для мобилизации элементов питания растений и создания эффективного плодородия. Такие условия создаются в насыщенных основаниями почвах, где соотношение гидролаз к оксидазам не превышает десяти.

Среди насыщенных основаниями почв сравнительно высокой активностью ферментов отличаются черноземы, в которых активно протекают как гидролитические, так и окислительно-восстановительные процессы. Это связано с высокой буферной способностью черноземов, обусловленной благоприятным соотношением гуминовых и фульвокислот. Черноземы характеризуются сравнительно высоким содержанием гумуса, обусловленным условиями почвообразования. Злаково-разнотравная растительность, большое количество микроорганизмов, умеренное увлажнение и нейтральная реакция среды обеспечивают гумификацию растительного материала с образованием преимущественно гуминовых кислот [7, 9, 11]. Соотношение $C_{гк} : C_{фк}$ больше единицы.

Каштановые и пойменно-луговые почвы характеризуются умеренной ферментативной активностью. Содержание гумуса в них, по сравнению с черноземами, последовательно уменьшается вследствие изреженности растительного покрова, вытеснения злаков растениями, характерными для сухих степей, а также ухудшения гидротермических условий, что ограничивает интенсивность микробиологической деятельности [7, 11]. Соотношение $C_{гк} : C_{фк}$ в них больше единицы. В этих почвах обнаруживается активное действие гидролитических и окислитель-

но-восстановительных ферментов. Отношение активности инвертазы к каталазе составляет 2—5, что свидетельствует о благоприятном для формирования плодородия соотношении гидролаз и оксидаз.

Бурые полупустынные почвы имеют низкий уровень активности гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов. В этих почвах сравнительно активны АТФаза и дегидрогеназы, что связано с их основной реакцией, близкой к оптимуму рН действия указанных ферментов. Низкая ферментативная активность бурых полупустынных почв обусловлена незначительным содержанием гумуса, в составе которого преобладают фульвокислоты, а также наличием обменного натрия, подавляющего активность ферментов. Уменьшение количества растительных остатков в них и преобладание процессов окислительного распада благодаря высокой температуре препятствуют образованию гуминовых кислот [14].

Солонцы-солончаки имеют очень низкую ферментативную активность. Внеклеточные гидролазы в засоленных почвах быстро инактивируются под влиянием высокой щелочности ($12,6 \text{ экв } \text{HCO}_3^-$) и значительного количества растворимых солей. Содержание гумуса в них очень низкое, причем в его составе преобладают фульвокислоты. Наличие обменного натрия до 50% и более от суммы оснований приводит к пептизации гуминовых кислот и уменьшает их количество. Высокое содержание обменного натрия подавляет активность ферментов, что обусловлено его токсичностью на источники продуцирования ферментов — растения, микрофлору и почвенную фауну. Кроме того, натрий блокирует кислотные центры, иммобилизуя белковые молекулы ферментов.

Таким образом, соотношение гуминовых и фульвокислот в почве регулирует интенсивность гидролитических и окислительно-восстановительных процессов и создает различные условия для формирования эффективного плодородия. Наиболее благоприятные условия для протекания биохимических процессов в почве создаются при соотношении гуминовых и фульвокислот больше единицы.

НИИ почвоведения и агрохимии

МСХ Армянской ССР

Поступило 31. III. 1982 г.

ՀՈՂԵՐԻ ՖԵՐՄԵՆՏԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ ԵՎ ՀՈՒՄՆԱԹՔՈՒՆԵՐԻ ՓՈԽՀԱՐԱԲԵՐՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ս. Ա. ԱՐՐԱՀԱՄՅԱՆ, Ե. Ն. ԲԱԴԱԼՅԱՆ

Փորձնական ճանապարհով հաստատված է, որ հողի ֆերմենտների ակտիվությունը կարգավորող կարևոր գործոններից են հումուսի պարունակությունը և նրա բաղադրությունը կազմող հումինաթթուների և ֆուլվոթթուների հարաբերությունը: Հողում ֆերմենտների իմոբիլիզացման և գործունեության համար բարենպաստ պայմաններ ստեղծվում են, երբ հումինաթթուների և ֆուլվոթթուների հարաբերությունը մեծ է մեկից: Հողում հումուսանյութերի փոխհարաբերությունը բնորոշում է օքսիդավերականգնման և հիդրոլիտիկ ֆերմենտների ակտիվության մակարդակը:

FERMENTATIVE ACTIVITY AND CORRELATION OF SOIL HUMUS ACIDS

S. A. ABRAMIAN, Ye. N. BADALIAN

Correlation of humin fulvoacids is one of the factors that regulates the activity of ferments in soil. The most favourable conditions for immobilization and action of ferments in soil are created at correlation of humin and fulvoacids more than one.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абрамян С. А., Галстян А. Ш.* Почвоведение, 5, 1981.
2. *Агрохимические методы исследования почв*, М., 1975.
3. *Бадалян Е. Н., Эдилян Р. А.* Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, вып. 11, 1976.
4. *Галстян А. Ш.* Ферментативная активность почв Армении, Ереван, 1974.
5. *Галстян А. Ш., Абрамян С. А.* Известия с.-х. наук МСХ АрмССР, 12, 1975.
6. *Галстян А. Ш.* Почвоведение, 2, 1978.
7. *Кононова М. М.* Почвоведение, 3, 1956.
8. *Коновалова А. С.* Почвоведение, 3, 1981.
9. *Орлов Д. С., Бирюкова О. Н.* Докл. о гумусе, Брно, 1979.
10. *Орлов Д. С., Гришина Л. А.* Практикум по химии гумуса. М., 1981.
11. *Тюрин И. В.* Труды Юбил. сессии, посвящ. столетию со дня рождения В. В. Докучаева. М., 1949.
12. *Щербакова Т. А.* Экологические условия и ферментативная активность почв. Уфа, 1979.
13. *Щербакова Т. А., Масько А. А., Галушко Н. А.* Доклады о гумусе. Брно, 1979.
14. *Эдилян Р. А., Матевосян Е. Т.* Тр. Ин-та почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, вып. 5, 1970.
15. *Vaughan D., Ord B. G.* Soil. Biol. and Biochem., 12, 4, 1980.

«Биолог. ж. Армении», т. XXXV, № 8, 1982

УДК 631.465.416.8

ВЛИЯНИЕ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ ПОЧВ

К. В. ГРИГОРЯН

Изучено влияние ионов тяжелых металлов — меди, молибдена, никеля, марганца, свинца — на активность различных ферментов почв. Установлено, что высокие концентрации тяжелых металлов ингибируют активность ферментов почв, а низкие в некоторых случаях активируют ее.

Ключевые слова: ферменты почв, тяжелые металлы.

В литературе, посвященной изучению ферментов почв в связи с их генезисом, плодородием и биологической активностью, изменению этого показателя в зависимости от факторов окружающей среды, имеется