

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ГОРНО-ЛУГОВЫХ ПОЧВ АРМЕНИИ

А. Ш. ГАЛСТЯН, С. А. АБРАМЯН

Показана возможность использования активности ферментов в качестве биодиагностического показателя подтипов и родов горно-луговых почв. Уровень и соотношение активности ферментов этих почв в основном зависят от содержания органического вещества, кислотности, ее природы и состава обменных катионов.

В настоящее время широко используется метод ферментативной диагностики и индикации почв, позволяющий выявить особенности биологического фактора почвообразования, оценить их биологическую активность и плодородие [5, 8, 11, 13, 21]. Установлено, что активность гидролитических и окислительно-восстановительных ферментов может быть использована в качестве дополнительного диагностического показателя генетических типов почв [5].

Для применения этого метода при биодиагностике и индикации низких таксономических единиц—подтипов и родов почв—необходимо выявить закономерности действия ферментов в зависимости от их химического состава и физико-химических свойств. В данной работе была поставлена цель изучить активность ферментов горно-луговых альпийских и субальпийских почв в зависимости от содержания в них органического вещества, кислотности, ее природы и состава обменных катионов.

Материал и методика. Исследования проводились на горно-луговых альпийских дерново-торфянистых, дерновых и субальпийских рыхлодерновых почвах (Памбакского, Базумского, Гегамского, Джавахетского, Зангезурского, Варденисского хребтов и горы Арагац) Армянской ССР, сформированных на различных почвообразующих породах. В пределах подтипов горно-луговых почв были заложены разрезы и взяты образцы по генетическим горизонтам. Одновременно из дернового слоя почвы были отобраны индивидуальные образцы (один образец с гектара) для выявления варьирования активности ферментов, химических и физико-химических показателей. Образцы почв высушивались при комнатной температуре в тени, очищались от растительных остатков, камней, просеивались через сито с диаметром отверстий 0,25 мм. Активность ферментов определялась унифицированными методами [6]. Активность инвертазы выражалась в мг глюкозы, уреазы—мг NH_3 на 1 г почвы за сутки, фосфатазы—мг P на 100 г почвы за 30 мин, легиогеназ—мг трифенилформазана (ТФФ) на 10 г почвы за сутки, АТФазы—мг P на 100 г почвы за час, каталазы—см³O₂ на 1 г почвы за мин. Гумус определялся по Тюрину, рН—потенциометрически, обменная кислотность—по Гедройцу, гидролитическая—Каппену [2], потенциальная—Абрамян [1], поглощенные катионы—Ca²⁺, Mg²⁺—Шолленбергеру, K, Na—Масловой, Al³⁺—Соколову.

Результаты и обсуждение. Исследования показали, что горно-луговые почвы характеризуются очень высокой активностью гидролитических ферментов, особенно карбогидраз, амилаз, фосфатаз, и низкой—окислительных (табл. 1). Ферментативная активность этих почв обусловлена генетическими особенностями и определяет интенсивность и направленность почвенно-биохимических процессов [5].

Таблица 1
Ферментативная активность и некоторые химические показатели горно-луговых почв, сформированных на андезито-базальтах (Джавахетский хребт)

Почва, высота, № разреза	Горизонт, глубина, см	Гумус, %	рН, Н ₂ O	Сумма поглощенных оснований			Инвертаза, мг глюкозы	Фосфатаза, мг P	Уреаза, мг NH ₃	АТ-фаза, мг P	Депрогеназа, мг ТФФ	Каталаза, см ³ O ₂
				Омелной кислотность	Листовой	степень насыщенности, %						
Альпийская, дерново-торфянистая, 2800 м, 437	Ад 0—8	22,4	4,6	16,2	12,4	56,6	150,0	24,6	10,2	6,8	13,6	3,0
	А 8—20	14,1	4,5	14,2	9,9	58,9	60,6	8,8	11,9	0,9	2,5	0,5
	В ₁ 20—35	6,8	4,9	13,6	12,1	52,9	20,0	3,6	4,5	0,5	1,1	0,1
	В ₂ 35—62	3,2	5,3	12,7	2,1	85,8	13,6	3,6	3,1	0,2	0,8	0,0
	ВС 62—82	1,0	5,6	11,8	0,9	92,9	1,5	2,5	2,3	0,3	0,1	0,0
Альпийская, дерновая, 2700 м, 444	Ад 0—10	16,8	5,0	19,4	7,4	72,4	126,3	29,6	18,9	11,4	13,3	3,6
	А 10—28	13,3	5,0	16,5	7,4	69,0	65,8	20,8	17,1	4,3	2,8	0,7
	В ₁ 28—50	7,9	5,1	15,5	5,4	74,2	24,8	8,4	8,4	2,4	1,2	0,2
	В ₂ 50—76	3,6	5,5	15,2	1,3	92,1	16,8	6,0	3,0	2,9	1,1	0,1
	ВС 76—98	1,4	6,0	15,3	0,4	97,5	2,8	5,6	3,6	3,4	0,1	0,0
Субальпийская, рыхло-дерновая, 2500 м, 438	Ад 0—13	14,0	5,2	27,1	5,0	84,4	95,6	28,2	11,6	9,0	15,9	4,6
	А 13—31	8,2	5,3	29,1	5,3	84,6	49,1	23,2	9,1	4,0	4,0	0,7
	В ₁ 31—55	6,0	5,4	20,1	2,2	90,1	22,5	10,0	6,5	3,1	1,7	0,5
	В ₂ 55—87	2,7	5,9	20,0	0,9	95,2	9,5	7,4	4,1	3,9	0,6	0,6
	ВС 87—108	1,1	6,1	16,2	0,5	96,4	0,5	6,0	1,5	4,1	0,2	0,2

Условия почвообразования и генетические особенности горно-луговых почв Армении сравнительно хорошо изучены [3, 14—20, 22—25]. Результаты этих исследований обобщены в монографии «Почвы Армянской ССР» [18]. Установлено, что эти почвы формируются в высокогорной части Армянского вулканического нагорья в пределах высот 2000—4000 м над ур. м., в условиях холодного климата (среднегодовая температура от +2 до —2), с большим количеством осадков (до 800 и более мм), коротким вегетационным периодом, при кислой реакции среды, под альпийскими и субальпийскими, преимущественно мезофитными и влажными лугами. Мощный снежный покров зимой обеспечивает слабое промерзание почвы. Почвообразующими породами служат элювий и элювий-делювий андезито-базальтов, андезитов, андезито-дацитов, порфиринов, гранодиоритов, гранитов и вулканических шлаков.

В указанных специфических условиях почвообразования горно-луговых почв создается определенный уровень и соотношение активности ферментов. Отсутствие выраженных иллювиальных процессов, сильная выщелоченность отражаются на активности ферментов, которая постепенно снижается по профилю почвы. Сравнительно высокая активность

Почва, горизонт	Показатели	Гумус, %	Сумма поглощен- ных основа- ний	рН, H ₂ O	Кислотность, мэкв/100 г почвы	
					обменная	потенциаль- ная
Альпийская дер- ново-торфянистая, А _{дт}	M±m	19,3±1,1	14,7±0,6	4,7±0,3	16,6±1,9	31,7±1,04
	V	12,9	9,5	14,5	23,5	7,6
	P	5,6	4,1	6,4	11,4	3,3
Альпийская дерновая, А _д	M±m	15,3±0,39	17,2±0,8	5,0±0,9	9,3±0,64	21,7±0,64
	V	6,7	12,5	5,1	18,3	10,0
	P	2,5	4,7	1,9	6,9	2,9
Субальпийская рыхлодерновая, А _д	M±m	13,3±1,0	27,7±0,3	5,3±0,13	6,6±0,89	19,3±0,49
	V	12,8	2,0	4,2	22,9	4,4
	P	7,5	1,1	2,5	13,5	2,5

M±m—среднее, V—коэффициент вариации, P—ошибка определения.

их обнаруживается в гумусово-аккумулятивном горизонте, в частности в дерновом слое, что является наиболее характерным признаком однотипности сопряженно протекающих биохимических процессов, связанных с условиями почвообразования. Приведенные данные (табл. 1 и 2) показывают, что подтипы горно-луговых почв—альпийские дерново-торфянистые, дерновые и субальпийские рыхлодерновые различаются по активности ферментов, содержанию органического вещества, кислотности, сумме поглощенных оснований, степени насыщенности ими почвенного поглощающего комплекса. Высокая активность гидролаз в горно-луговых почвах обусловлена большим содержанием органического вещества, слабокислой реакцией среды и наибольшей биомассой густой лугово-травянистой растительности, составляющей 893 ц/га с ежегодным отчуждением 203 ц/га [25]. Эти почвы богаты грибами и не содержат азотобактера [10, 16].

Горно-луговые альпийские дерново-торфянистые почвы встречаются небольшими островками в межгорных равнинах и обладают наиболее высокой активностью инвертазы (150 и более мг глюкозы на 1 г почвы), которая снижается по профилю в соответствии с уменьшением органического вещества. Активность каталазы, наибольшая в дерновом слое, резко уменьшается по профилю почвы, в переходном горизонте ее действие подавлено или не обнаруживается. Активность гидролаз зависит от оторфованности дернового слоя, его мощности и степени разложения. Эти почвы отличаются более кислой реакцией среды (рН 4,5—4,9), высокой потенциальной кислотностью (30—35 мэкв на 100 г почвы), сравнительно низким содержанием поглощенных оснований (14—18 мэкв на 100 г почвы), незначительной насыщенностью основаниями (39—56%), более высоким накоплением сильно ненасыщенного гуматно-фульватного гумуса (до 19—30%).

показателей горно-луговых почв (среднее из 5 разрезов)

Инвертаза, мг глюкозы	Фосфатаза, мг Р	Уреаза, мг NH ₃	АТФаза, мг Р	Каталаза, см ³ O ₂	Дегидрогеназы, мг ТФФ
145,4±2,8 4,4 1,9	22,4±1,9 15,2 8,5	11,2±0,85 17,6 7,6	6,1±0,7 23,0 11,5	3,2±0,12 8,7 3,8	13,5±1,5 25,9 11,1
120,5±4,6 7,4 3,8	26,5±1,7 16,9 6,4	14,7±1,6 27,6 10,9	8,6±1,4 37,2 16,3	4,1±0,36 23,2 8,8	13,7±0,64 12,4 4,7
100,2±4,8 8,4 4,8	22,7±2,7 21,1 11,9	9,5±1,5 27,4 15,8	9,0±1,3 24,4 14,4	4,8±0,3 9,1 6,3	13,8±1,1 13,8 7,9

Горно-луговые альпийские дерновые почвы по активности инвертазы (100—130 мг глюкозы на 1 г почвы) занимают промежуточное положение между дерново-торфянистыми и рыхлодерновыми. Аналогичная картина наблюдается и по другим показателям: реакция среды (рН 4,9—5,4), потенциальная кислотность (20—30 мэкв на 100 г почвы), содержание поглощенных оснований (18—25 мэкв на 100 г почвы), степень насыщенности основаниями (60—80%), содержание гумуса (14—19%). Гумус имеет гуматно-фульватный характер, сильно ненасыщен [18].

Субальпийские рыхлодерновые почвы формируются под субальпийской и послелесной луговой растительностью. По сравнению с дерновыми, они имеют более низкую активность инвертазы (80—100 мг глюкозы на 1 г почвы). Активность каталазы несколько выше и обнаруживается по всему профилю. Они отличаются меньшей кислотностью (рН 5,3—5,7, потенциальная кислотность — 15—20 мэкв на 100 г почвы), сравнительно большим содержанием поглощенных оснований (25—30 мэкв на 100 г почвы), более высокой степенью насыщенности основаниями (80—95%), сравнительно меньшим содержанием гумуса (10—15%), гуматно-фульватным характером.

Для биодиагностики и индикации подтипов горно-луговых почв наиболее характерным показателем из изученных ферментов является инвертаза, активность которой сравнительно устойчивая. Однако в пределах подтипов иногда ее активность несколько варьирует (табл. 3), что связано с их качественными генетическими особенностями, обусловленными влиянием комплекса местных условий. Следовательно, при ферментативной диагностике подтипов почв, с однотипным поступлением органического вещества и почти одинаковых условиях их превращения, необходимо учитывать факторы, приводящие к различному уровню иммобилизации ферментов почвой. Для подтипов горно-луго-

Таблица 3
Ферментативная активность и некоторые химические показатели горно-луговых альпийских дерновых почв, сформированных на различных породах

Местоположе- ние, порода, № разреза	Горизонт, глубина, см	Гумус, %	рН H ₂ O	Сумма поглощен- ных оснований	Обменная кис- лотность	Степень насы- щенности, %	% в обменной кислотности		Инертаза, мг глюкозы	Фосфатаза, мг Р	Уреаза, мг NH ₃	АТ-фаза, мг Р	Дегидрогеназы, мг ТФФ	Каталаза, см ³ O ₂
							H ⁺	Al ³⁺						
Базумский хребет андезито-базальты, 433	А _д 0-10	15,8	5,2	19,8	8,9	68,9	73,3	6,7	129,8	30,0	15,7	12,0	14,0	4,1
	Л 10-24	9,8	5,2	16,0	7,9	66,9	86,1	13,9	66,2	15,9	11,5	5,6	2,9	0,5
	В ₁ 24-47	5,5	5,3	16,2	6,8	70,4	76,5	23,5	28,4	9,6	2,6	2,4	1,0	0,2
	В ₂ 47-65	2,6	5,7	16,9	2,2	88,5	81,8	18,2	10,3	5,0	1,5	3,2	0,8	0,1
	BC 65-77	0,9	6,2	15,3	1,6	90,5	93,7	6,3	2,0	1,7	1,2	4,1	0,1	0,2
Варденинский хребет, андезито-дациты 451	А _д 0-11	15,3	4,9	14,2	8,8	61,7	59,1	40,9	103,2	22,3	13,2	7,9	15,8	3,2
	А 11-32	8,4	5,1	8,9	10,8	45,2	54,6	45,4	28,3	11,0	5,1	2,5	3,2	0,2
	В ₁ 32-55	3,9	5,2	2,8	8,8	24,1	52,3	48,7	8,7	3,8	0,0	1,3	1,5	0,0
	В ₂ 55-70	1,7	5,5	1,9	5,6	25,3	55,4	44,6	2,5	2,3	0,0	1,1	0,2	0,0
	BC 70-92	1,0	5,8	4,5	1,6	73,8	56,3	43,7	1,3	1,4	0,0	0,2	0,0	0,0
Памбакский хребет, кварцевые порфириты, 432	А _д 0-12	14,2	4,8	18,8	9,8	65,7	91,8	8,2	118,0	24,6	10,5	8,9	12,1	3,9
	А 12-27	10,7	4,6	14,8	13,4	52,5	64,9	35,1	46,5	12,0	6,9	3,9	2,3	1,1
	В ₁ 27-45	7,5	4,7	11,5	14,7	43,9	57,8	42,2	16,7	4,5	2,8	2,9	0,2	0,0
	В ₂ 45-87	5,1	4,8	7,1	14,1	33,5	53,2	46,8	4,5	3,0	1,0	3,9	0,3	0,0
	BC 87-123	1,3	5,1	10,1	12,3	45,1	46,3	53,7	1,5	0,7	0,7	5,8	0,1	0,0

Таблица 4

Состав поглощенных катионов горно-луговых альпийских дерновых почв, сформированных на различных породах

Местоположение, порода, № разреза	Горизонт, глубина, см	Мэкв на 100 г почвы							% от суммы					
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ³⁺	сумма	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺	H ⁺	Al ³⁺
Базумский хребет, андезито-базальты, 433	A _д 0—10	15,3	3,3	0,9	0,3	8,3	0,6	28,7	53,3	11,5	3,1	1,1	28,9	2,1
	A 10—24	11,9	3,3	0,6	0,2	6,8	1,1	23,9	49,8	13,8	2,5	0,8	28,5	4,6
	B ₁ 24—47	11,9	3,3	0,8	0,2	5,2	1,6	24,0	51,7	14,3	3,5	0,9	22,6	7,0
	B ₂ 47—†5	12,6	3,2	0,8	0,3	1,8	0,1	19,1	66,0	16,8	4,2	1,5	9,4	2,1
	BC 65—77	11,0	3,5	0,6	0,2	1,5	0,1	16,9	65,1	20,7	3,5	1,2	8,9	0,6
Варденинский хребет, андезито-дациты, 451	A _д 0—11	11,6	2,0	0,4	0,2	5,2	3,6	23,0	50,4	8,7	1,7	0,9	22,6	15,7
	A 11—32	6,6	2,0	0,1	0,2	5,9	4,9	19,7	33,5	10,2	0,5	1,0	29,9	24,9
	B ₁ 32—55	1,6	0,8	0,1	0,3	4,6	4,2	11,6	13,8	6,9	0,8	2,6	39,7	36,2
	B ₂ 55—70	1,0	0,4	0,1	0,4	3,1	2,5	7,5	13,3	5,3	1,4	5,4	41,3	33,5
	BC 70—92	2,8	1,2	0,1	0,4	0,9	0,7	6,1	45,9	19,6	1,6	6,6	14,8	11,5
Памбакский хребет, кварцевые порфири- ты, 342	A _д 0—12	13,0	4,5	0,8	0,5	9,0	0,8	28,6	45,4	15,7	2,8	1,8	31,5	2,8
	A 12—27	10,6	3,2	0,5	0,5	8,7	4,7	28,2	37,5	11,3	1,8	1,8	30,9	16,7
	B ₁ 27—45	8,6	2,2	0,3	0,4	8,5	6,2	26,2	32,8	8,4	1,2	1,5	32,4	23,7
	B ₂ 45—87	4,2	2,1	0,3	0,5	7,5	6,6	21,2	19,8	10,0	1,4	2,3	35,4	31,1
	BC 87—123	7,4	2,1	0,2	0,4	5,7	6,2	22,4	33,0	9,4	0,9	1,8	25,1	29,5

вых почв таксовыми являются литологические и химические свойства почвообразующих пород, обуславливающие их родовые таксономические признаки [9, 10]. На активность ферментов почв существенное влияние оказывают свойства почвообразующего субстрата, приобретенные в процессе предшествующих фаз выветривания и почвообразования. Это отражается в составе обменных катионов почвенного поглощающего комплекса (табл. 4), которые, согласно Гедройцу [7], являются наиболее активной частью почвы, определяющей ее основные свойства.

Исследования показали, что активность ферментов альпийских дерновых почв, сформированных на кислых породах, сравнительно ниже, чем почв, сформированных на основных. Это связано с содержанием алюминия в составе поглощенных катионов и обменной кислотности почв, ингибирующим активность ферментов. Как известно, кислотность горно-луговых почв, обусловленная ионами водорода и алюминия, сильно подавляет действие оксидаз [15, 22]. В почвах, сформированных на кислых породах — андезито-дацитах, кварцевых порфиритах и порфирах, где содержание SiO_2 составляет 63—73% [4, 24], содержание алюминия в составе поглощенных катионов достигает 36,2, в обменной кислотности — до 53,7%, а в почвах, сформированных на основных породах — андезито-базальтах — (SiO_2 50—56%), содержание алюминия соответственно — 7 и 23,5%. Между активностью ферментов и содержанием обменного алюминия установлена отрицательная коррелятивная связь (табл. 5).

Таблица 5

Взаимосвязь между обменным алюминием и активностью ферментов
в горно-луговых альпийских дерновых почвах

Показатели	Гумусовый горизонт, n=28		По профилю, n=40	
	$r \pm m_r$	t	$r \pm m_r$	t
Инвертаза — Al^{3+}	$-0,51 \pm 0,09$	6,5	$-0,76 \pm 0,15$	5,7
Фосфатаза — Al^{3+}	$-0,69 \pm 0,11$	7,3	$-0,92 \pm 0,06$	15,3
Уреаза — Al^{3+}	$-0,81 \pm 0,03$	10,1	$-0,88 \pm 0,08$	11,0
АТФаза — Al^{3+}	$-0,37 \pm 0,16$	2,3	$-0,30 \pm 0,30$	1,0
Дегидрогеназы — Al^{3+}	$-0,40 \pm 0,16$	2,5	$-0,13 \pm 0,30$	0,4
Каталаза — Al^{3+}	$-0,44 \pm 0,15$	2,9	$-0,67 \pm 0,19$	3,5

Таким образом, ферментативная активность горно-луговых почв зависит от условий почвообразования, природы почвообразующих пород, содержания органического вещества, кислотности и состава поглощенных катионов. Горно-луговые альпийские дерново-торфянистые, дерновые и субальпийские рыхлодерновые почвы характеризуются различной ферментативной активностью. Состав поглощенных катионов и кислотность, обусловленные природой почвообразующих пород, являются одним из основных факторов, определяющих уровень и соотноше-

ние активности ферментов в пределах подтипов почв. Следовательно, она характеризует родовые признаки почв. Проведенные исследования дают возможность использовать активность ферментов, в частности инвертазы, для биодиагностики и индикации низких таксонов—подтипов и родов почв.

Институт почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР

Поступило 11.IV 1979 г.

ԼԵՒՆԱՄԱՐԳԱԳԵՏՆԱՅԻՆ ՀՈՂԵՐԻ ՖԵՐՄԵՆՏԱՅԻՆ ԱԿՏԻՎՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ս. Շ. ԳԱԼՏՅԱՆ, Ս. Ա. ԱԲՐԱԽԱՄՅԱՆ

Լեռնամարդագետանային հողերի ֆերմենտային ակտիվությունը ուսումնասիրվել է ենթատիպերի և սեռերի սահմաններում: Այս հոդերն ունեն հիդրոլազների՝ բարձր, օրսիդազների՝ ցածր ակտիվություն, որը պայմանավորված է հողագոյացման պայմաններով, օրգանական նյութի պարունակությամբ, թթվությունով և կլանված կատիոնների կազմով: Լեռնամարդագետանային հողերի ենթատիպերը (ալպյան ճմային, ճմատորֆային և սուբալպյան թույլ ճմային) բնութագրվում են ֆերմենտների ակտիվության տարբերությամբ: Պարզված է, որ ֆերմենտների ակտիվությունը կարելի է կիրառել, որպես լեռնամարդագետանային հողերի ենթատիպերը և սեռերը ախտորոշող ցուցանիշ:

THE FERMENTATIVE ACTIVITY OF MOUNTAIN MEADOW SOILS

A. Sh. GALSTIAN, S. A. ABRAHAMIAN

The possibility of using the fermentative activity as a biodiagnostic index of subtypes and genus of the mountain meadow soils has been shown. The level and relationship of the fermentative activity in these soils mainly depend on the content of organic matter, acidity and its character, as well as on the content of exchangeable cations.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абрамян С. А. Тез. докл. научной конф. молодых ученых. Эчмиадзин, 1977.
2. Аринцшикина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М., 1961.
3. Авунджян Э. С. Тр. Института почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, вып. 3, Ереван, 1967.
4. Баласанян С. И. Основные черты магматизма Армении. Ереван, 1967.
5. Галстян А. Ш. Ферментативная активность почв Армении. Ереван, 1974.
6. Галстян А. Ш. Почвоведение, 2, 1978.
7. Гедройц К. К. Избранные сочинения, 3, М., 1955.
8. Заягинцев Д. Г. Проблемы и методы биологической диагностики и индикации почв. М., 1976.
9. Иванова Е. Н. Классификация почв СССР. М., 1976.
10. Киракосян А. В., Зубиетян П. А., Каримян Р. С. Вопросы с.-х. и пром. микробиологии, вып. 11 (8), Ереван, 1955.

11. *Киши И.* Почвоведение. Бухарест, 1958.
12. Классификация и диагностика почв СССР М., 1977.
13. *Купревич В. Ф., Щербакова Т. А.* Почвенная энзимология. Минск, 1966.
14. *Мелконян К. Г.* Тр. Института почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, вып. Ереван, 1968.
15. *Овсепян И. М.* Почвоведение, 11, 1962.
16. *Паносян А. К., Арутюнян Р. Ш., Тариян Ш. С.* Вопросы с.-х. и пром. микробиологии, вып. 11(8), Ереван, 1955.
17. *Парсаданян А. Р.* Изв. с.-х. науки МСХ АрмССР, 5, 1966.
18. Почвы Армянской ССР. Ереван, 1976.
19. *Татевосян Г. С.* Тр. Института почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, вып. Ереван, 1967.
20. *Фридланд В. М.* Вопросы генезиса и географии почв М., 1957.
21. *Хазиев Ф. Х.* Почвенные ферменты. М., 1972.
22. *Хтрян Н. К.* Бюлл. научно-технической информ. Арм. НИИЗ, 2, Ереван, 1957.
23. *Хтрян Н. К.* Известия АН АрмССР, биол. науки, 11, 2, 1958.
24. Химические составы изверженных и метаморфических горных пород Армянской ССР. Ереван, 1962.
25. *Эдилян Р. А., Матсвосян Е. Т.* Тр. Института почвоведения и агрохимии МСХ АрмССР, вып. 5, Ереван, 1970.