

Р. К. РАФАЕЛЯН

ВЫМЫВАНИЕ АЗОТА И МИНЕРАЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ОСНОВНЫХ ТИПОВ ПОЧВ АРМЕНИИ В ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

В настоящее время все более увеличивается значение методов, позволяющих изучить количественные показатели миграции веществ в отдельных звеньях биологического круговорота.

В Институте агрохимических проблем и гидропоники АН Арм. ССР в связи с исследованиями круговорота веществ налажены также получение и анализы лизиметрических фильтратов.

Лизиметрические исследования в Армении начаты по инициативе Г. С. Давтяна и проводятся под его руководством [1].

В условиях интенсивной химизации и мелиорации земель очень большое значение приобретает проблема вымывания питательных веществ из почв. Для изучения этих вопросов используются лизиметрические установки [2].

Институтом АПиГ в трех различных почвенно-климатических зонах установлены малогабаритные бетонные лизиметры, с мощностью слоя почвы 50 см.

Их описание и результаты 4-летних исследований опубликованы [1, 3]. Данные показали, что вымывание азота происходит преимущественно в виде нитратов. Фосфора в лизиметрических водах почти не обнаружено, а калия мало.

Сумма минеральных веществ, вымытых из бурой карбонатной почвы, в условиях орошения вдвое больше, чем в черноземах в богарных условиях.

Кроме указанных малых лизиметров, на территории Ин-та АПиГ АН Арм. ССР сооружена лизиметрическая станция, состоящая из двух рядов, в каждом из которых имеется 18 бетонных кубометровых сосудов ($1 \times 1 \times 1 = 1 \text{ м}^3$) и 18 гончарных сосудов ($d=0,5$, $h=0,75$, объем $0,14 \text{ м}^3$).

Сосуды наполнены почвами, взятыми по генетическим горизонтам из шести пунктов и представляющими основные типы почв Армении: 1) бурая карбонатная, культурно-поливная; 2) бурая бескарбонатная, культурно-поливная; 3) светло-каштановая, сильно карбонатная; 4) темно-каштановая, слабо карбонатная; 5) типичный чернозем; 6) чернозем карбонатный.

Целью нашей работы являлось изучение вымывания питательных веществ при выращивании различных с.-х. культур в одинаковых для всех почв условиях (в Ереване).

Полив производился водопроводной водой, содержащей следующее количество солей: pH —8,42, NO_3^- —8,0, P_2O_5 —0,1, K^+ —4,0, Na^+ —37,0, Cl^- —64,0, Mg^{++} —30,0, Ca^{++} —73,0, CO_3^{--} —8,0, HCO_3^- —28,0 мг/л.

В лизиметрических фильтрах определяли: pH , NO_3^- , NO_2^- , NH_4^+ , P_2O_5 , Ca^{++} , Mg^{++} , SO_4^{--} , Cl^- , CO_3^{--} , HCO_3^- , K^+ , Na^+ *. Использовались методы, принятые в гидрохимии [4, 5].

В 1971 г. во всех сосудах была посеяна кукуруза, в 1972 г. в гончарных сосудах высевали эспарцет, а в бетонных— клевер, в 1973 г. травы были оставлены на второй год.

Многочисленные исследования [6—16] показали, что количество и химический состав лизиметрических вод зависит, главным образом, от годового количества атмосферных осадков и оросительных вод, дозы удобрений, физико-химических свойств почв и их водопроницаемости.

В табл. 1 приведены показатели фильтрации исследуемых почв, рассчитанные для каждого года. Данные показывают, что в зависимости от типа почв эти величины меняются.

Было изучено влияние кукурузы, эспарцета и клевера на химический состав лизиметрических фильтратов (табл. 2—4).

Результаты показали, что как в предыдущих опытах [3], так и в этих вымывание азота происходит преимущественно в виде нитратов. Наибольшее количество нитратов обнаружено из-под кукурузы—36—236 мг/л (табл. 2), тогда как при культуре эспарцета и клевера содержание колеблется в пределах 6—192 мг/л (табл. 3).

Наблюдается интересная закономерность: в течение 1971 г. под посевом кукурузы, а также в 1972 г. под посевом бобовых многолетних трав в лизиметрических водах азот был представлен в основном в форме нитратных соединений. На второй же год жизни трав, в особенности под эспарцетом, в водах обнаружены нитриты в большом количестве (15—51 мг/л), но общее содержание азота в фильтрате сократилось. Подобное влияние наблюдал также Зардаришвили [11], который отмечает, что при возделывании многолетних трав вымывание азота сокращается.

На второй год жизни бобовых трав, вероятно, увеличивается содержание органического азота в виде полуразложившихся корней и пожнивных остатков. Э. Рассел [17] указывает на некоторые факты накопления нитритов в почвенном растворе, например, при внесении в почву больших количеств карбоната кальция (Друно и др., цит. по Расселу). Очевидно, сравнительно высокое содержание Ca^{++} и Mg^{++} в исследуемых почвах способствует накоплению нитритов. Исследования по этому вопросу будут продолжены.

* Анализы выполнялись С. К. Хачатрян.

Процент фильтрации исследуемых почв

Таблица 1

Типы почвы	1971, кукуруза			1972, многолетние травы			1973, многолетние травы		
	поступило с атмосфер. осадками и поливом, л	получено фильтрата		поступило с атмосфер. осадками и поливом, л	получено фильтрата		поступило с атмосфер. осадками и поливом, л	получено фильтрата	
		л	%		л	%		л	%
	Бегонные сосуды (площадь 1 м²)								
Бурая карбонатная	555,0	61,3	11,1	794,0	65,0	8,2	765,0	53,0	6,9
Бурая бескарбонатная	"	68,6	12,4	"	70,0	8,8	"	65,0	8,5
Светло-каштановая	"	71,0	12,8	"	75,0	9,5	"	68,0	8,9
Темно-каштановая	"	62,0	11,2	"	80,0	10,1	"	57,0	7,5
Типичный чернозем	"	61,3	11,1	"	72,0	9,1	"	65,0	8,5
Чернозем карбонатный	"	63,2	11,4	"	83,0	10,5	"	70,0	9,2
	Гончарные трубы (площадь 0,2 м²)								
Бурая карбонатная	147,0	18,7	12,7	194,0	16,0	8,2	176,0	13,0	7,4
Бурая бескарбонатная	"	23,1	15,7	"	18,0	9,3	"	16,0	9,1
Светло-каштановая	"	20,3	13,8	"	20,0	10,3	"	17,0	9,6
Темно-каштановая	"	21,0	14,3	"	19,0	9,8	"	14,0	8,0
Типичный чернозем	"	18,2	12,4	"	15,0	7,7	"	15,0	8,5
Чернозем карбонатный	"	22,0	15,0	"	17,0	8,8	"	17,0	9,7

Типы почвы	pH	NO ₃ '	NO ₂ '	NH ₄ '	P ₂ O ₅	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁻	Cl'	CO ₃ ⁻	HCO ₃ '	K'	Na'
Бетонные сосуды													
Бурая карбонатная	7,3	140,0	0,1	1,5	2,0	386,7	276,0	328,7	121,3	58,7	269,3	40,0	121,2
Бурая бескарбонатная	7,3	129,2	3,1	0,6	0,4	262,6	107,7	398,9	6,2	40,0	201,0	19,5	97,4
Светло-каштановая	7,2	24,6	0,5	0,5	0,2	291,3	64,6	396,9	5,1	14,4	164,1	6,2	34,9
Темно-каштановая	7,4	21,3	0,4	2,4	0,6	202,6	214,2	362,1	37,3	11,6	254,7	2,6	66,2
Типичный чернозем	7,2	236,1	0,9	2,0	0,5	439,2	336,5	429,7	79,2	14,9	231,4	36,1	48,6
Чернозем карбонатный	7,2	194,6	2,7	0,8	0,2	320,0	239,7	388,1	131,9	16,7	234,0	36,4	66,9
Гончарные трубы													
Бурая карбонатная	7,1	16,1	0,8	0,5	0,2	123,4	133,6	512,7	19,7	13,3	243,4	26,2	47,8
Бурая бескарбонатная	7,3	54,0	0,1	1,0	0,3	161,5	190,3	453,3	33,0	12,3	169,5	20,0	56,0
Светло-каштановая	7,5	36,9	0,3	0,3	0,3	97,6	102,4	469,3	11,7	17,2	234,5	11,7	32,4
Темно-каштановая	7,0	69,0	0,3	0,3	0,1	200,0	175,5	424,8	21,3	12,3	163,5	16,5	32,6
Типичный чернозем	7,3	48,4	0,1	0,7	0,3	132,9	142,1	325,5	27,4	16,1	232,4	18,4	33,4
Чернозем карбонатный	7,2	47,2	0,2	0,7	0,2	151,9	148,6	486,1	39,5	19,3	213,0	16,1	39,5

Средний годовой химический состав лизиметрических вод, мг/л (эспарцет, гончарные трубы)

Таблица 3

Типы почвы	pH	NO ₃ '	NO ₂ '	NH ₄ '	P ₂ O ₅	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁻	Cl'	CO ₃ ⁻	HCO ₃ '	K'	Na'
1972													
Бурая карбонатная	6,2	57,8	2,0	0,1	0,7	151,1	128,9	301,1	54,4	35,6	298,9	21,7	67,8
Бурая бескарбонатная	6,8	42,4	1,1	0,1	0,8	143,2	163,2	349,6	71,6	37,2	275,6	22,0	107,2
Светло-каштановая	6,8	42,9	1,2	0,5	0,5	120,4	125,0	457,5	46,7	39,2	273,8	12,1	63,3
Темно-каштановая	6,8	67,5	1,7	0,3	0,5	139,5	130,0	475,5	56,0	38,0	217,5	22,5	40,0
Типичный чернозем	6,9	41,4	1,4	0,1	0,1	160,5	133,6	546,8	103,2	21,4	206,8	10,0	21,4
Чернозем карбонатный	6,8	47,4	0,5	0,4	0,4	156,1	140,9	464,3	73,0	33,5	217,4	12,0	38,3
1973													
Бурая карбонатная	7,9	17,0	14,8	0,4	0,5	219,4	120,5	416,6	150,8	21,0	222,0	19,2	107,6
Бурая бескарбонатная	7,6	11,7	30,0	8,7	0,2	394,8	207,5	158,4	424,3	14,4	253,8	74,1	200,7
Светло-каштановая	7,7	6,1	27,9	0,4	0,1	256,2	169,0	299,2	227,3	43,2	274,9	16,3	74,5
Темно-каштановая	7,6	54,7	50,9	0,2	0,2	210,4	100,9	318,3	146,0	17,6	196,8	22,6	81,9
Типичный чернозем	7,8	20,1	15,2	0,2	0,3	260,8	140,1	286,7	171,7	22,4	174,1	18,5	63,0
Чернозем карбонатный	7,7	25,7	12,5	0,3	0,3	274,4	182,3	236,6	212,3	14,4	174,1	20,3	75,9

Средний годовой химический состав лизиметрических вод, мг/л (клевер, бетонные сосуды)

Таблица 4

Типы почвы	pH	NO ₃ '	NO ₂ '	NH ₄ '	P ₂ O ₅	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	SO ₄ ⁺	Cl'	CO ₃ ⁺	HCO ₃ '	K'	Na'
1 9 7 2													
Бурая карбонатная	6,9	22,2	1,8	0,1	0,3	135,1	116,0	325,5	37,3	26,0	209,3	28,7	52,7
Бурая бескарбонатная	6,9	18,3	1,1	0,2	0,6	145,5	117,2	336,1	40,0	30,6	225,0	19,4	94,4
Светло-каштановая	6,9	56,3	1,1	0,1	0,1	120,6	105,6	430,6	31,3	30,0	218,1	17,5	48,1
Темно-каштановая	6,9	152,5	1,4	0,1	0,1	145,7	122,9	532,9	29,3	27,9	187,8	19,3	42,1
Типичный чернозем	6,9	192,5	1,3	0,1	0,2	192,2	154,4	658,3	36,5	23,9	185,2	18,7	21,3
Чернозем карбонатный	6,8	183,5	5,9	0,1	0,3	187,3	165,1	578,0	48,3	28,8	204,2	20,3	40,7
1 9 7 3													
Бурая карбонатная	7,9	10,5	9,3	0,5	0,4	222,7	170,0	303,2	297,8	32,6	311,3	52,7	131,7
Бурая бескарбонатная	7,9	15,3	10,4	1,0	0,9	332,6	193,6	202,4	267,9	26,9	395,3	69,7	194,6
Светло-каштановая	8,1	11,9	10,9	0,6	0,3	264,0	212,9	295,7	219,2	22,6	314,3	19,0	91,2
Темно-каштановая	7,9	14,7	12,8	1,0	0,6	285,9	196,0	155,2	200,4	24,0	279,1	32,5	82,6
Типичный чернозем	7,9	31,1	19,5	0,3	0,2	322,0	270,6	101,4	160,0	20,6	375,8	17,3	70,8
Чернозем карбонатный	8,0	13,1	10,2	0,6	0,3	236,6	166,2	295,4	152,2	26,9	266,4	17,9	64,5

Содержание питательных веществ в лизиметрических фильтрах, кг/га (кукуруза, 1971)

Таблица 5

Типы почвы	pH	NO ₃ '	NO ₂ '	NH ₄ '	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SO ₄ ⁺	Cl'	CO ₃ ⁺	HCO ₃ '	K ₂ O	Na ₂ O
Бетонные сосуды													
Бурая карбонатная	7,3	55,5	0,8	0,1	0,2	29,0	21,0	74,9	9,1	4,4	35,2	3,0	9,1
Бурая бескарбонатная	7,3	12,6	0,3	0,1	0,1	25,6	11,0	38,9	3,6	3,9	39,1	1,9	9,5
Светло-каштановая	7,2	12,4	0,1	0,1	0,1	28,4	6,3	38,7	3,5	1,4	16,0	1,6	3,4
Темно-каштановая	7,4	37,8	0,1	0,4	0,1	31,5	33,3	150,1	5,8	1,8	39,6	6,4	10,3
Типичный чернозем	7,2	30,1	0,1	0,3	0,1	56,0	43,1	118,3	10,0	1,9	29,5	4,6	6,2
Чернозем карбонатный	7,2	32,6	0,5	0,1	0,1	53,6	51,1	149,2	22,0	2,8	39,2	6,1	11,2
Гончарные трубы													
Бурая карбонатная	7,1	6,2	0,1	0,2	0,1	47,6	50,6	197,2	7,6	5,1	93,7	10,0	18,4
Бурая бескарбонатная	7,3	21,6	0,1	0,4	0,1	64,6	56,3	182,1	13,0	4,9	75,8	8,0	22,8
Светло-каштановая	7,5	10,7	0,1	0,1	0,1	28,3	30,2	136,3	3,4	5,0	68,0	3,4	9,4
Темно-каштановая	7,0	21,4	0,1	0,1	0,1	62,0	54,1	132,2	6,6	3,8	50,7	5,1	10,1
Типичный чернозем	7,3	18,4	0,1	0,3	0,1	50,5	54,1	124,1	10,0	6,1	88,3	3,2	12,7
Чернозем карбонатный	7,2	20,3	0,1	0,3	0,1	65,3	54,1	209,3	17,0	8,3	91,6	6,9	17,0

Типы почвы	pH	NO ₃ '	NO ₂ '	NH ₄ '	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SO ₄ '	Cl'	CO ₃ '	HCO ₃ '	K ₂ O	Na ₂ O
1 9 7 2													
Бурая карбонатная	6,2	10,4	0,4	0,1	0,1	27,2	23,2	90,2	9,8	6,4	53,8	3,9	12,2
Бурая бескарбонатная	6,8	10,6	0,3	0,1	0,2	35,8	40,8	87,4	17,9	9,3	68,9	5,5	26,8
Светло-каштановая	6,8	10,3	0,3	0,1	0,1	28,9	30,0	110,0	11,2	9,4	65,7	2,9	15,2
Темно-каштановая	6,8	13,5	0,3	0,1	0,1	27,9	26,0	95,4	11,2	7,6	43,5	4,5	8,0
Типичный чернозем	6,9	9,10	0,3	0,1	0,1	35,3	29,4	120,1	22,3	4,7	45,5	2,2	4,8
Чернозем карбонатный	6,8	10,9	0,1	0,1	0,1	35,9	32,4	107,0	16,8	7,7	50,0	2,8	8,8
1 9 7 3													
Бурая карбонатная	7,9	2,6	2,2	0,1	0,1	32,9	18,0	62,5	22,6	3,2	33,3	2,9	16,1
Бурая бескарбонатная	7,8	3,5	9,0	0,6	0,1	118,3	62,5	147,3	12,7	4,3	76,1	2,2	6,2
Светло-каштановая	7,7	1,5	6,9	0,9	0,1	64,1	42,3	74,8	56,8	10,8	68,7	4,1	18,6
Темно-каштановая	7,6	10,9	10,2	0,1	0,1	42,1	20,2	63,7	29,2	3,5	39,4	4,5	16,4
Типичный чернозем	7,8	5,0	2,2	0,1	0,1	65,2	35,0	71,7	42,9	5,6	43,5	4,6	15,8
Чернозем карбонатный	7,7	6,4	3,1	0,1	0,1	63,6	45,6	59,2	53,1	3,6	43,5	5,1	19,0

Содержание питательных веществ в лизиметрических фильтратах, кг/га (клевер, бетонные сосуды)

Таблица 7

Типы почвы	pH	NO ₃ '	NO ₂ '	NH ₄ '	P ₂ O ₅	CaO	MgO	SO ₄ '	Cl'	CO ₃ '	HCO ₃ '	K ₂ O	Na ₂ O
1 9 7 2													
Бурая карбонатная	6,9	3,3	0,3	0,1	0,1	20,3	17,4	48,8	5,6	3,9	31,4	4,3	7,9
Бурая бескарбонатная	6,9	12,3	0,2	0,1	0,1	26,2	21,1	60,5	7,2	5,5	40,5	3,5	16,8
Светло-каштановая	6,9	9,0	0,2	0,1	0,1	19,3	16,9	68,9	5,0	4,8	34,9	2,8	7,7
Темно-каштановая	6,9	24,4	0,2	0,1	0,1	20,4	17,2	74,6	4,1	3,9	26,3	2,7	5,9
Типичный чернозем	6,9	24,3	0,3	0,1	0,1	44,2	35,5	151,0	8,4	5,5	42,6	4,3	4,9
Чернозем карбонатный	6,8	21,3	0,7	0,1	0,1	22,1	19,6	68,2	5,7	3,4	24,1	2,4	4,8
1 9 7 3													
Бурая карбонатная	7,9	1,4	1,2	0,1	0,1	29,0	22,1	39,4	38,7	4,2	40,5	6,9	17,1
Бурая бескарбонатная	7,9	3,8	1,4	0,1	0,1	83,2	48,4	50,6	67,0	6,7	98,9	17,4	48,7
Светло-каштановая	8,1	3,3	1,5	0,2	0,1	73,9	59,6	82,8	61,4	6,3	88,0	5,3	25,5
Темно-каштановая	7,9	2,5	2,2	0,1	0,1	48,6	33,3	26,4	34,1	4,1	47,5	5,5	14,0
Типичный чернозем	7,9	8,5	4,8	0,1	0,1	80,5	67,7	25,4	40,0	5,2	94,0	4,3	17,7
Чернозем карбонатный	8,0	3,9	3,1	0,2	0,1	71,0	49,9	88,6	45,7	8,1	79,9	5,4	19,4

Исследования показали, что катионы и анионы в лизиметрических водах составляют следующий убывающий ряд: $\text{CaO} > \text{MgO} > \text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$, $\text{HCO}_3' > \text{SO}_4'' > \text{Cl}' > \text{CO}_3''$ (табл. 5—7).

Представляет интерес тот факт, что химический состав лизиметрических вод в основном совпадает с составом водных вытяжек и почвенных растворов тех же почв и составляет почти тот же ряд катионов и анионов [18].

Миграция ряда элементов мало зависит от среды. Каждый элемент имеет свою миграционную константу [16], при этом элементы, имеющие высокую константу, мигрируют при строго определенных условиях, а имеющие низкую константу почти не меняют свою подвижность при изменении среды, например SO_4'' и Cl' , которые в кислой и щелочной среде обладают одинаковой активностью.

Результаты наших исследований (табл. 5—7) показали, что во всех почвах активными мигрантами являются: HCO_3' , SO_4'' , Cl' , Ca^{++} , Mg^{++} , NO_3' , сравнительно низкой активностью обладают K' , CO_3'' и почти не вымываются P_2O_5 , NH_4' .

Интересно отметить, что за исключением фосфора, миграция питательных элементов, как в почве, так и в атмосфере, подчиняется определенной закономерности. Сопоставление многочисленных данных о химическом составе атмосферных осадков [20—29], в том числе Г. С. Давтяна и Т. Т. Варданян [22, 25] в Арм. ССР, показали, что в атмосферных осадках наблюдается тот же ряд химических элементов, что и в лизиметрических фильтратах (рис. 1). Не считая некоторых отклонений, наблюдается не только качественное, но и количественное совпадение, что, по всей вероятности, является результатом того, что и в почве и в ат-

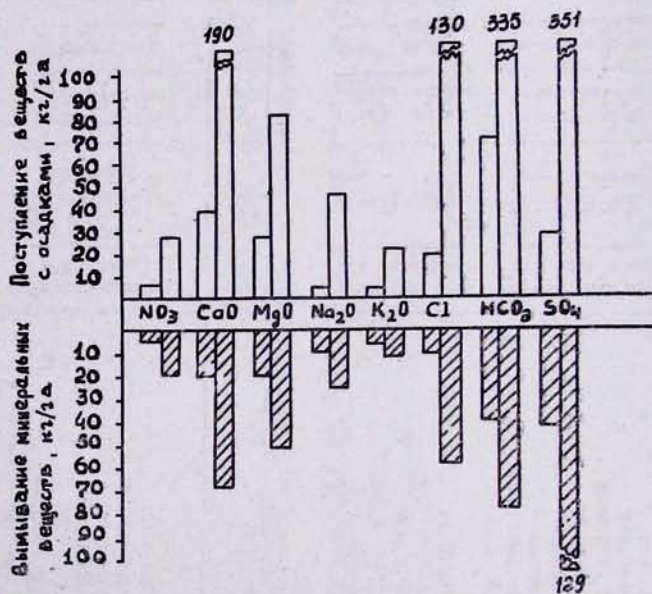


Рис. 1. Поступление азота и минеральных веществ с атмосферными осадками и их вымывание из почвы, кг/га на год.

мосфере эти вещества мигрируют при помощи воды. Следовательно, решающим фактором в миграции ряда минеральных веществ является не столько среда, сколько их химические свойства.

Таким образом, трехлетние исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. В лизиметрических водах содержатся значительные количества питательных веществ (150—400 кг/га), учет которых необходим при расчете баланса элементов в земледелии.

2. Вымывание питательных элементов зависит в первую очередь от миграционной активности, затем от количества орошаемых вод (полив+атмосферные осадки). В исследуемых почвах активно мигрировали: HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , NO_3^- , Na^+ , слабо— CO_3^{2-} , K^+ , и почти не вымывались P_2O_5 , NH_4^+ .

3. Вымывание нитратов несколько выше под кукурузой. На второй год возделывания многолетних бобовых содержание нитратов в лизиметрических филтраатах снижается, но обнаруживаются нитриты. Увеличивается содержание хлора.

Ռ. Կ. ՌԱՅԱՅԵԼՅԱՆ

ԱԶՈՏԻ ԵՎ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ՆՅՈՒԹԵՐԻ ԼՎԱՑՈՒՄԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ
ՀԻՄՆԱԿԱՆ ՀՈՂԱՏԻՊԵՐՈՒՄ ԼԻԶԻՄԵՏՐԻԿ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Ճռամյա հետազոտությունները ցույց են տվել, որ սննդատարների լվացումը առաջին հերթին պայմանավորված է յուրաքանչյուր տարրի միգրացիոն ակտիվությամբ և ապա՝ ոռոգող ջրերի քանակից (ջրում և մթնոլորտային տեղումներ) ու արտաքին միջավայրի գործոններից:

Հետազոտվող հողերում ակտիվ միգրանտներ են՝ HCO_3^- , SO_4^{2-} , Cl^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , NO_3^- , թույլ՝ CO_3^{2-} , K^+ և գրեթե չեն լվացվել՝ P_2O_5 , NH_4^+ : Նիտրատների լվացումը փոքր-ինչ բարձր է եզիպտացորենի մշակության դեպքում: Բաղմամյա թիթեռնածաղկավորների օգտագործման հրկրորդ տարում նիտրատների պարունակությունը լիվիմետրիկ ջրերում նվազել է, սակայն հալտնաբերվում են նիտրիտներ:

R. K. Raphaelyan

The leakage of nitrogen and chemical substances from the main soil types of Armenia

S u m m a r y

Experiments were carried out on different plants but under the same water-thermal conditions for the study of lizimetric waters of the main soil types of Armenia.

The results have shown that a considerable amount of nutrient elements are washed away (150—400 kg/ha) with the lizimetric waters. This leakage is mainly conditioned by the migrative ability of the substances. With the cultivation of different plants the amount of leakage of nutrient elements from the soil changes both in their sum total and in separate elements.

ЛИТЕРАТУРА

1. Г. Б. Бабалян. Лизиметрические установки Ин-та агрохимических проблем и гидропоники АН Арм. ССР. «Сообщ. Ин-та агрохим. проблем и гидропоники АН Арм. ССР», № 14, 1974.
2. Б. А. Голубев. Лизиметрические методы исследования в почвоведении и агрохимии, изд. «Наука», М., 1967.
3. Г. Б. Бабалян, Р. К. Рафаелян. Состав лизиметрических вод основных типов почв Армении. «Сообщ. Ин-та агрохим. проблем и гидропоники АН Арм. ССР», № 14, 1974.
4. А. А. Резников, Е. П. Муликовская, И. Ю. Соколов, Методы анализа природных вод. М., 1963.
5. О. Б. Гаспарян. Химический анализ оросительных вод. «Сообщ. Ин-та агрохим. проблем и гидропоники АН Арм. ССР», № 9, 1970.
6. Н. О. Авакян. Калий почвенного раствора и питание растений калием. «Агрохимия», № 9, М., 1970.
7. М. А. Бобрицкая. Потери азота и других элементов при выщелачивании из слабокультурной дерново-подзолистой почвы. «Баланс азота в дерново-подзолистых почвах», изд. «Наука», М., 1966.
8. Т. А. Глonti, Э. Е. Каландаришвили. Поступление азота, хлора и серы с атмосферными осадками и содержание их в лизиметрических водах красноземов. «Субтроп. культуры», № 14, Тбилиси, 1971.
9. Р. К. Гусейнов, И. Т. Рзаев, Б. Ш. Бутаев. Миграция основных питательных элементов в почве хлопково-люцернового севооборота и при монокультуре хлопчатника. «Агрохимия», № 10, М., 1971.
10. К. В. Дьянкова. Органические и минеральные вещества лизиметрических вод некоторых типов почв и их роль в современном процессе почвообразования. Тезисы докладов, т. I, IV Всесоюзный съезд почвоведов, Алма-Ата, 1971.
11. О. Ю. Зардаришвили. Исследования по установлению баланса азота в земледелии Грузии. Автореф. докт. дисс., Тбилиси, 1973.
12. И. С. Кауричев, Е. М. Ноздрунова. Учет миграции некоторых соединений в почве с помощью лизиметрических хроматографических колонок. «Почвоведение», № 12, М., 1950.
13. Л. В. Козлова. Состав лизиметрических вод и его изменение под влиянием удобрения и растений. Автореф. канд. дисс., 1968.
14. М. Н. Першина, Е. М. Анканова. Состав лизиметрических вод темно-каштановых почв. «Докл. Моск. с.-х. акад. им. К. А. Тимирязева», вып. 160, М., 1970.
15. Л. П. Петелава. Вымывание азота из алювиальных и подзолистых почв. Тр. НИИ почвовед., агрохимии и мелиорации Груз. ССР, № 13, 1971.
16. Н. С. Сотникова. Сезонная динамика состава лизиметрических и ручьевых вод в подзолистых почвах под хвойными лесами. «Почвоведение», № 10, М., 1970.
17. Э. Рассел. Почвенные условия и рост растений. М., 1955.
18. Г. С. Давтян, Г. Б. Бабалян. Агрохимическая характеристика почвенного покрова Армянской ССР. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1966.
19. А. И. Перельман. Геохимия ландшафта. М., 1966.

20. Ш. И. Агаев, И. Н. Степанов. О химическом составе атмосферных осадков Азербайджана. ДАН СССР, т. 154, № 6, 1964.
21. М. А. Бобрицкая. Поступление азота с атмосферными осадками в различных зонах Европейской части СССР. «Почвоведение», № 12, 1962.
22. Т. Т. Варданян, Л. П. Мхоян. Результаты исследования химического состава атмосферных осадков на территории Армянской ССР. «Сообщ. Ин-та агрохим. проблем и гидропоники АН Арм. ССР», № 9, 1970.
23. Г. К. Габриелян, О. А. Бозоян. О химическом составе атмосферных вод вулканического нагорья Армянской ССР. «Вестник Моск. ун-та», сер. V, геогр., № 5, 1964.
24. Г. К. Габриелян. Геохимия ландшафтов. Изд. «Митк», Ереван, 1968.
25. Г. С. Давтян, Т. Т. Варданян. Поступление веществ с осадками на территории Армянской ССР. «Сообщ. Ин-та агрохим. проблем и гидропоники АН Арм. ССР», № 9, 1970.
26. П. В. Денисов, А. Л. Бугаев. Химический состав атмосферных осадков северо-восточной части Украины. ДАН СССР, т. 108, № 5, М., 1966.
27. В. М. Дроздова, О. П. Петренчук, Е. С. Селезнева, П. В. Свистов. Химический состав атмосферных осадков на Европейской территории СССР. Гидрометеониздат, Л., 1964.
28. Е. С. Селезнева, В. М. Дроздова, О. П. Петренчук. Химический состав атмосферных осадков ЕТС. Тр. Всесоюз. мет. совещ., т. V, 1963.
29. С. М. Фатиев. Химический состав атмосферных осадков в районе пос. Чульман Якутской АССР. «Гидрохим. материалы», т. XXXVI, 1964.