

УДК 631.421.3:631.811.036:633.24'32

ВЫНОС ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ СО СТОКОВЫМИ И ИНФИЛЬТРАЦИОННЫМИ ВОДАМИ НА ПОЛЯХ, ЗАНЯТЫХ МНОГОЛЕТНИМИ ТРАВАМИ

И. С. ШАТИЛОВ, А. Г. ЗАМАРАЕВ, Г. В. ЧАПОВСКАЯ

(Кафедра растениеводства)

Шестилетние исследования в посевах многолетних трав (клевер + тимофеевка) 1-го и 2-го годов пользования показали, что суммарный вынос химических веществ с поверхностным стоком составляет 55—65 кг/га, вынос на глубину до 1 м (верховодка) — 136—168, в грунтовые воды — 412—430, в напорные воды — 85—103 кг/га. Питательные элементы и соединения по размерам потерь располагаются в следующем убывающем порядке: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{NH}_4 > \text{NO}_3 > \text{HPO}_4$.

Сравнительно высокие темпы возрастания мирового производства сельскохозяйственной продукции обусловлены научно-техническим прогрессом и в значительной мере

совершенствованием и увеличением применения средств химизации, которые, по данным отечественных и зарубежных научных учреждений, в среднем повышают урожайность

различных культур на 35—50 % [9].

Отдавая должное роли минеральных удобрений в повышении урожайности, следует видеть и отрицательные их стороны. Например, при высоких нормах туков значительно возрастает выщелачивание кальция и магния [10]. Вследствие попадания в естественные водоемы минеральных удобрений, прежде всего азота и фосфора, наблюдается развитие специфической растительности, главным образом сине-зеленых водорослей, поглощающих большое количество растворенного в воде кислорода, что приводит к гибели различных видов рыб и других живых организмов.

Известно, что при внесении удобрений возрастают потери питательных веществ с поверхностным стоком и инфильтрационными водами [1, 4—6, 10—13 и др.]. Так, в штате Луизиана (США) при возделывании райграса потери азота составили на неудобренных полях 3 кг/га, а при внесении 100—200N были в 2—2,5 раза выше [6].

При выращивании озимой пшеницы в Финляндии отмечалось вымывание азота с дренажными водами (65 мм) до 30 кг азота на 1 га, а при дождливой погоде (630 мм осадков) — до 43 кг/га [15]. В Югославии на тяжелых почвах при орошении и внесении 146N121P206P максимальные потери питательных веществ в посевах люцерны составляли: кальция — 800 кг/га, магния — 791, калия — 2,7, аммония — 2,2, нитратов — 1,3, HPO_4^2- — около 1,0 кг/га [14]. На дерново-подзолистых почвах Нечерноземья вымывание азота из почвы под многолетними травами при удобрении и орошении достигало 28,8 кг/га, а средние за год потери кальция и магния (с инфильтрационными водами за пределы 35 см слоя) составляли 160—230 кг/га [3]. Внесе-

ние высоких доз навоза и особенно минеральных удобрений приводит и к увеличению потерь микроэлементов с инфильтрационными водами [2].

Питательные элементы почв и внесенных удобрений по размерам потерь располагаются в следующем убывающем порядке: $\text{Ca} > \text{Mg} > \text{K} > \text{NH}_4 > \text{NO}_3 > \text{HPO}_4$.

Нами в многолетнем опыте в 7-польном севообороте изучались потери питательных веществ с поверхностным стоком и их вымывание за пределы корнеобитаемого слоя (0—100 см) с целью корректировки норм удобрений, рассчитываемых на определенный уровень урожайности выращиваемых культур. В настоящем сообщении приводятся данные, полученные в посевах клевера лугового в смеси с тимофеевкой луговой.

Методика

Опыт заложен по международной биологической программе в 1967 г. в учхозе Тимирязевской академии «Михайловское» на полях низкого и среднего уровней плодородия.

Чередование культур в 7-польном севообороте следующее: занятый пар — озимая пшеница — картофель — ячмень с подсевом трав — многолетние травы 1-го года пользования — многолетние травы 2-го года пользования — овес.

Почва — средний суглинок. При низком уровне плодородия глубина пахотного слоя 15—20 см, pH — 4,5, содержание гумуса — 1,5—1,7 %, P_2O_5 — около 5 мг, K_2O — около 7 мг на 100 г; при среднем уровне — соответственно 25—30 см, 5,7, 2,0—2,2 %, 15—18 и 17—20 мг на 100 г.

Потери питательных веществ с поверхностным стоком определяли на специальных стоковых площадках, размеры которых соответство-

вали размерам поля севооборота.

Перед закладкой стационарного опыта проводилась топографическая съемка всего земельного массива. С учетом различных микропонижений были установлены постоянные (режимные) скважины на глубину 0,5—1,0 м (для верховодки), 4—9 (для грунтовых вод) и 15—20 м (для напорных, или артезианских, вод или вод второго водоносного горизонта). Наблюдения за уровнем подземных вод проводили летом через каждые 3 сут, зимой — через 6 сут, в период его интенсивного изменения — ежедневно. Запасы грунтовых вод (ΔV_r), а также количество инфильтрующихся атмосферных осадков в подземные воды учитывали с помощью балансо-

вого уравнения $\Delta V_r = Mf(H_1 - H_2) + \Delta M \cdot \Delta H$, полученного эмпирически. Для периодов интенсивного сквозного просачивания атмосферных осадков (осень, ранняя весна) использовали формулу $\Delta H_r = Mf(H_1 - H_2)$, а при отсутствии осадков — $\Delta H_r = M\Delta H$.

Поток воды от грунтовых вод к испаряющей поверхности определяли при помощи комплексов лизиметров-испарителей (ГР-80) с автоматическим регулированием уровня воды на 1,0; 1,5; 2,0 и 2,5 м от поверхности почвы. Эти приборы обеспечивают получение информации о всех приходно-расходных статьях водного баланса, кроме поверхностного стока. Атмосферные осадки учитывали дождемерами.

При замерах уровня грунтовых

Таблица 1

Поверхностный сток и вынос химических веществ на полях среднего (числитель) и низкого (знаменатель) плодородия

Сток, мм	pH	НСО ₃	N—NH ₄	N—NH ₃	K ₂ O	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄
<i>Трава 1-го года пользования</i>										
6,6	—	36,9	2,4	—	—	—	8,6	2,9	—	6,7
7,9	—	31,3	2,1	—	—	—	10,2	2,2	—	6,3
65,2	7,3	25,6	0,5	1,2	2,5	1,3	6,8	5,0	2,9	14,7
186,5	7,0	91,8	0,8	4,7	4,3	6,4	28,1	22,4	11,9	59,7
100,4	7,2	51,1	5,7	0,4	17,1	0,6	4,6	6,2	7,7	28,7
101,0	6,9	14,8	2,3	0,3	3,5	0,3	5,1	3,8	2,5	10,3
77,0	7,3	37,9	2,9	0,8	9,8	1,0	6,7	4,7	5,3	16,7
122,0	7,0	46,0	1,7	2,5	3,9	3,4	14,5	9,5	7,2	25,4
<i>Трава 2-го года пользования</i>										
10,9	—	49,9	2,1	0,7	13,6	1,8	10,3	7,0	—	—
80,0	—	30,7	1,6	0,5	3,9	1,8	7,3	4,8	—	—
126,7	6,9	20,2	2,1	0,5	5,6	0,4	6,6	3,8	4,8	16,6
144,0	7,2	21,1	1,7	0,6	2,2	0,7	10,5	1,8	6,1	20,0
91,3	6,9	13,0	4,8	0,9	2,8	0,3	2,6	4,2	3,0	6,4
97,5	6,7	17,6	0,2	0,6	1,1	0,3	2,5	2,6	3,1	4,8
109,0	6,9	27,7	3,0	0,7	7,3	0,8	6,5	5,0	3,9	11,5
107,0	7,0	23,1	1,2	0,6	2,4	0,9	6,8	3,1	4,6	12,4

Примечание. На полях среднего плодородия в 1971 г. скважина 40в, в остальные годы — 42в; на полях низкого плодородия в 1-й год пользования травами — 45в, во 2-й — 44а.

вод второго водоносного горизонта и поверхностного стока воды 4—10 раз в году отбирали пробы для анализа на содержание в них химических веществ. Содержание кальция, магния, натрия и калия определяли на пламенном фотометре, Ph — на Ph-метре, SO₄ — фотоэлектротурбиметрическим методом по Г. Д. Супатошвили, CO₃ и HCO₃ — по Е. В. Аринушкиной, Cl — меркуриметрическим методом, азот аммиачный — реактивом Несслера на ФЭК, нитритный — реактивом Грисса на ФЭК, нитратный — на спектрофотометре, фосфор — по Е. В. Аринушкиной, углерод — спектрофотометрически.

Результаты

В 7-польном севообороте многолетние травы занимают 2 поля, по

этому в каждую ротацию наблюдения и замеры проводились здесь в течение лишь двух лет.

Данные табл. 1 за период с 1971 по 1986 г. свидетельствуют:

о большом выносе поверхностным стоком HCO₃, SO₄, Cl, что обусловлено значительным содержанием их в атмосферных осадках;

о сравнительно большом выносе с полей многолетних трав кальция, магния и незначительном — аммонийного и нитратного азота;

об увеличении выноса химических веществ с единицы площади с ростом стока воды;

о примерно одинаковом выносе химических веществ с поверхностным стоком на полях с низким и средним уровнем плодородия;

о значительно меньшем поверхностном стоке на травах 2-го года пользования.

Таблица 2

Вынос химических веществ (кг/га) с инфильтрующимися водами в посевах многолетних трав 1-го года пользования. Верховодка

Год	№ скважины	pH	HCO ₃	N—NH ₄	N—NO ₃	K ₂ O	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Инфильтрация, мм
<i>Среднеоккультуренная почва</i>												
1971	40а	7,3	36,0	1,7	13,6	4,6	43,6	21,4	8,0	304,7	107,6	
	41а	7,5	11,1	0,4	9,0	4,6	16,6	32,2	0	1,3	99,3	
	42а	7,0	0	2,2	9,5	2,8	35,6	10,7	0,3	0	69,0	
	В среднем	7,3	19,4	1,4	10,7	4,0	31,9	21,4	2,8	102,0	92,0	109
1978	40а	7,3	172,6	2,1	5,4	5,3	17,7	74,1	33,0	14,9	212,0	
	41а	7,4	168,0	1,1	11,4	7,2	16,1	81,3	35,8	26,8	60,6	
	42а	7,2	152,2	0,7	6,43	5,0	16,4	66,0	28,4	25,5	108,3	
	В среднем	7,3	164,3	1,3	7,8	5,8	16,7	73,8	32,4	22,4	127,0	207
1985	41а	7,1	145,9	0,1	5,3	3,3	8,0	78,7	0,3	26,1	27,4	
	42а	7,1	208,0	0,2	1,3	5,0	10,5	27,8	46,1	41,4	29,9	
	В среднем	7,1	177,0	0,3	3,3	4,1	9,2	52,9	23,2	33,8	28,7	
Среднее за 3 года		7,2	120,2	1,0	7,2	4,6	19,3	49,4	19,4	52,7	82,6	142
<i>Низкое плодородие</i>												
1971	44а	7,1	81,4	2,1	1,1	1,9	28,3	7,9	0	12,4	9,9	117
1978		6,8	115,4	1,2	2,9	4,3	8,6	33,2	19,7	17,6	79,6	266
1985		7,1	77,1	2,1	0,1	5,8	2,1	11,9	8,1	22,0	55,9	165
Среднее за 3 года		7,0	91,3	1,8	1,4	4,0	13,0	17,6	9,3	17,3	48,5	183

Примечание. В 1985 г. в скважине 40а верховодки не было.

Таблица 3

Вынос химических веществ (кг/га) с инфильтрующими водами в посевах трав 1-го года пользования. Грунтовые воды

Год	№ скважины	pH	HCO ₃	N—NH ₄	N—NO ₃	K ₂ O	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Инфильтрация, мм
<i>Среднеокультуренная почва</i>												
1971	40	7,7	57,2	2,5	15,7	40,3	46,3	56,9	0,0	49,7	33,4	
	41	Нет данных										
	42	7,7	430,6	3,5	11,7	10,9	31,6	66,3	0,0	38,2	31,6	
В среднем 1978		7,7	243,9	3,0	13,7	25,6	39,0	61,6	0,0	44,0	32,5	109
	40	7,7	261,5	0,9	14,7	4,5	27,1	108,2	54,5	34,4	175,1	
	41	7,3	444,8	2,6	45,2	4,5	37,2	163,6	93,4	55,6	105,6	
В среднем 1985	42	7,3	535,8	1,6	12,4	5,2	35,0	121,0	67,4	42,1	97,2	
		7,4	414,0	1,7	24,1	4,7	33,1	130,9	71,7	44,0	126,0	207
	40	7,7	224,7	0,5	4,5	1,9	16,3	5,8	26,8	27,1	55,5	
В среднем	41	8,0	160,1	0,4	9,1	1,8	11,5	61,1	20,6	50,0	29,7	
	42	7,5	637,7	0,6	2,7	3,8	27,7	67,0	73,5	24,3	25,7	110
	Среднее за 3 года	7,7	340,8	0,5	5,4	2,5	18,5	44,6	40,3	33,8	37,0	
		7,6	332,9	1,7	14,4	10,5	30,2	79,0	37,3	40,6	65,2	142
<i>Низкое плодородие</i>												
1971	44	8,7	221,4	1,2	12,0	11,0	35,6	27,3	13,1	14,9	99,9	117
1978		6,9	332,7	1,6	1,0	4,9	19,5	90,9	41,8	12,5	2,4	266
1975		7,0	147,7	0,2	0,0	1,5	9,5	48,2	15,3	5,1	41,4	165
Среднее за 3 года		7,5	233,9	1,0	4,3	5,8	21,5	52,1	23,4	10,8	47,9	183

Вынос химических веществ за пределы пахотного слоя на глубину до 1 м с инфильтрующимися водами (верховодка) резко возрастает в годы с большим количеством осадков (табл. 2). Например, в 1971 г. на поле со средним уровнем плодородия при инфильтрации 109 мм вымывание кальция составило 21,4 кг/га, магния — 2,8, калия — 4,0 кг/га, а в 1978 г. при инфильтрации 207 мм — соответственно уже 73,8, 32,4, и 5,8 кг/га.

В посевах трав 1-го года пользования даже в годы с обильными осадками вымывание кальция и магния за пределы корнеобитаемого слоя при низком плодородии было примерно в 3—4 раза меньше, чем при среднем.

Анализ данных табл. 3 о размерах вымывания химических веществ в грунтовые воды позволяет внести существенную поправку в установленное положение, согласно кото-

рому бобовые травы переносят кальций, магний и другие элементы из более глубоких слоев в пахотный горизонт и предотвращают их вымывание. Особое внимание обращает поведение кальция и магния. На среднеокультуренной почве при сборе сена 70—80 ц/га в грунтовые воды на 1 га поступало 79 кг кальция и 37 кг магния. Надо полагать, хорошее развитие клевера лугового способствовало формированию мощной корневой системы, способной поглощать фосфор из трудноусвояемых растениями соединений. Освобождающийся кальций мигрировал в грунтовые воды. Отмечалось и довольно значительное поступление в них нитратов, особенно на полях со средним уровнем плодородия (14 кг/га против 4 кг на бедных почвах).

Результаты анализов напорных (артезианских) вод представлены в табл. 4.

Таблица 4

Вынос химических веществ (кг/га) с инфильтрующимися водами в посевах трав 1-го года пользования. Напорные воды

Год	№ скважины	pH	HCO ₃	N—NH ₄	N—NO ₃	K ₂ O	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Инфильтрация, мм
<i>Среднеокультуренная почва</i>												
1971	40в	9,9	91,1	1,66	0	3,0	37,8	4,1	0	25,3	38,0	
	42в	8,1	44,2	1,6	1,1	1,4	6,9	0	0	8,8	41,9	
	В среднем	9,0	68,2	1,6	0,6	2,2	22,4	3,6	0	17,1	40,0	109
1978	40в	8,8	103,25	2,49	0,18	7,45	16,3	43,0	0,6	18,0	9,43	
	42в	7,5	122,5	0,43	0	3,4	6,59	30,18	15,64	13,88	6,45	
	В среднем	8,2	112,9	1,46	0,1	5,4	11,4	36,6	8,1	15,9	7,9	207
1985	40в	8,6	43,0	1,53	0	5,4	3,3	25,6	4,3	11,5	5,7	
	42в	8,2	60,6	0,3	0	1,4	3,3	16,8	3,2	5,5	2,6	
	В среднем	8,4	51,8	0,9	0	3,4	3,3	21,2	3,8	8,5	4,2	110
Среднее за 3 года		8,5	77,6	1,3	0,2	3,7	12,4	20,5	4,0	13,8	17,4	142
<i>Низкое плодородие</i>												
1971	45в	9,4	0	1,9	0	2,0	27,09	1,44	6,73	14,38	6,26	266
1985		7,5	94,6	0,52	0	0,7	5,2	23,9	3,8	9,6	4,8	165
1978		8,3	108,71	0,87	0,08	2,86	6,68	28,34	6,73	14,38	6,26	266
Среднее за 3 года		8,4	67,8	1,1	0	1,9	13,0	17,9	3,5	8,0	5,8	183

Таблица 5

Вынос химических веществ (кг/га) с инфильтрующимися водами в посевах трав 2-го года пользования. Верховодка

Год	№ скважины	pH	HCO ₃	N—NH ₄	N—NO ₃	K ₂ O	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Инфильтрация, мм
<i>Среднеокультуренная почва</i>												
1979	40а	6,9	23,4	0,35	5,2	0	4,5	13,3	2,8	2,4	16,7	
	41а	7,0	29,3	0,22	1,2	1,2	5,0	16,6	6,8	9,8	28,1	
	42а	6,5	24,9	0,50	0,8	0,9	5,9	17,8	5,7	9,3	48,3	
	В среднем	6,8	25,9	0,36	2,4	0,7	5,1	15,9	5,1	7,2	31,0	68
1986	40а	6,9	53,0	0,40	14,7	2,1	13,2	45,0	6,2	26,9	66,8	
	41а	6,8	104,4	1,16	8,2	3,8	16,5	89,9	16,4	145,6	64,5	
	42а	6,9	127,7	0,91	11,0	4,0	11,6	56,3	15,5	39,1	62,6	
	В среднем	6,9	95,0	0,8	11,3	3,3	13,8	63,7	12,7	70,5	64,6	194
Среднее за 2 года		6,9	60,5	0,6	6,8	2,0	9,5	39,8	8,9	38,9	47,8	131
<i>Низкое плодородие</i>												
1972*	44а	7,3	26,6	0,7	0	0,7	9,1	0	0	7,7	32,5	37
1986		6,9	108,1	0,35	2,98	2,3	6,12	26,09	7,1	9,1	32,9	198
Среднее за 2 года		7,1	67,4	0,5	1,5	1,5	7,6	13,0	3,5	8,4	32,7	113

* В 1972 и 1979 гг. верховодки не было.

Таблица 6

Вынос химических веществ с инфильтрующимися водами в посевах трав 2-го года пользования. Грунтовые воды

Год	№ скважин	pH	HCO ₃	N—NH ₄	N—NO ₃	K ₂ O	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Инфильтрация, мм
<i>Среднеокультуренная почва</i>												
1972	40	8,5	159,8	1,1	0,0	6,8	0,0	8,6	16,9	14,0	9,6	29
1979	40	8,0	200,5	0,7	1,8	1,4	9,5	42,1	13,8	10,1	41,0	
	41	7,7	324,9	0,2	1,2	1,2	14,0	51,8	25,6	24,5	13,9	
	42	8,2	383,0	0,1	6,8	2,2	15,1	43,7	48,8	21,4	18,4	
	В среднем	8,0	306,1	0,4	3,3	1,6	12,9	45,9	29,4	18,7	24,4	68
1986	40	7,7	191,3	0,6	9,5	2,5	21,8	69,6	30,4	47,1	145,6	
	41	7,7	189,1	1,3	11,7	3,4	22,8	94,1	30,5	128,0	46,4	
	42	8,0	528,1	0,8	10,2	4,3	29,1	80,2	63,5	52,1	79,9	
	В среднем	7,8	302,8	0,9	10,4	3,4	24,6	81,5	41,5	75,5	90,6	194
Среднее за 3 года		8,1	256,2	0,8	4,6	3,9	12,5	45,3	29,3	36,1	41,5	97
<i>Низкое плодородие</i>												
1972	44	7,9	415,0	2,1	0,1	4,8	13,4	25,6	40,7	7,8	13,5	37
1979		7,4	285,8	0,4	5,3	2,2	17,9	60,5	24,4	9,9	66,1	156
1986		7,3	151,5	0,5	0,5	1,6	7,8	35,1	17,8	7,4	45,8	198
Среднее за 3 года		7,5	284,1	1,0	2,0	2,8	13,0	40,4	27,6	8,4	41,8	130

Здесь прежде всего обращает на себя внимание существенное изменение pH напорных вод. Если у атмосферных осадков реакция слабощелочная, у грунтовых вод нейтральная, то у напорных — щелочная.

По-прежнему много поступает в напорные воды кальция, затем натрия, магния и калия. Причем на поле со средним уровнем плодородия вымывание этих веществ значительно, чем на бедных почвах. Практически в напорные воды не вымываются нитраты, а поступление аммонийного азота не превышает 1,3 кг/га, поступление HCO₃, Cl и SO₄ составляет 81—109 кг/га. Следовательно, в посевах трав 1-го года пользования (2-й год жизни) наблюдается вынос химических веществ не только в грунтовые, но и в напорные воды.

На полях, занятых травами 2-го года пользования, также выявлено наибольшее вымывание за пределы пахотного слоя кальция, затем магния и калия, при этом на полях среднего уровня плодородия оно было примерно в 2 раза выше, чем на бедных почвах. Много вымывается HCO₃, Cl, SO₄ и заметное количество нитратного азота (около 7 кг/га).

Вынос химических веществ в грунтовые воды в годы с обильными осадками достигал больших размеров (табл. 6). Что касается общей закономерности вымывания анионов и катионов в грунтовые воды, то здесь она та же, что и на травах 1-го года пользования.

В напорные воды поступали все определяемые в опыте элементы и соединения, кроме нитратов, но больше всего кальция, хлора, иона

Таблица 7

Вынос химических веществ (кг/га) с инфильтрующимися водами в посевах трав 2-го года пользования. Напорные воды

Год	№ сква- жины	pH	HCO ₃	N—NH ₄	N—NO ₃	K ₂ O	Na	Ca	Mg	Cl	SO ₄	Инфильт- рация, мм
<i>Среднеокультуренная почва</i>												
1972	40в	9,4	40,1	0,2	0,04	0,1	4,0	14,2	2,2	8,4	8,4	
	42в	8,2	50,2	0,1	0,07	0,1	1,1	4,8	7,3	5,7	10,1	
В среднем		8,8	45,2	0,2	0,1	0,1	2,6	9,5	4,8	7,1	9,3	29
1979	40в	9,0	31,4	0,8	0,0	2,1	4,0	9,7	2,5	2,8	2,7	
	42в	8,6	46,3	0,1	0,0	0,6	2,3	9,7	3,6	6,1	1,8	
В среднем		8,8	38,9	0,4	0,0	1,3	3,1	9,7	3,1	4,4	2,3	68
1986	40в	8,3	80,9	5,2	0,3	9,7	5,1	24,8	5,4	16,8	16,4	
	42в	8,6	99,5	1,2	0,2	2,9	5,9	26,4	3,9	23,4	6,4	
В среднем		8,5	90,2	3,2	0,2	6,3	5,5	25,6	4,6	19,8	11,4	194
Среднее по 3 годам		8,7	58,1	1,3	0,1	2,6	3,7	14,9	4,2	10,4	7,7	97
<i>Низкое плодородие</i>												
1972	45в	8,3	0	0,1	0,04	1,2	2,8	14,7	0,0	0,0	0,0	37
1979		8,3	35,6	0,1	0,0	0,4	2,3	7,6	3,5	1,8	1,4	156
1986		7,9	120,1	0,9	0,0	1,9	5,3	26,3	4,3	10,9	14,9	198
Среднее по 3 годам		8,2	51,9	0,3	0,0	1,1	3,5	16,2	2,6	4,2	5,4	130

SO₄ и HCO₃. На поле со средним уровнем плодородия отмечалось несколько большее поступление аммония, калия, магния и хлора.

Заключение

В Центральном районе Нечерноземной зоны России на полях, занятых многолетними травами, вместе со стоковыми (77—109 мм) и инфильтрационными (142—183 мм) водами выносятся за пределы корнеобитаемого слоя большие количества разнообразных химических веществ. На почвах со средним уровнем плодородия вымывание катионов и анионов в грунтовые и напорные воды намного больше, чем на полях с низким уровнем плодородия. По-видимому, можно утверждать, что с повышением окультуренности почвы возрастает вынос различных химических веществ в грунтовые и напорные воды.

По интенсивности вымывания ка-

тионов на первом месте стоит кальций, затем натрий, магний и калий.

Полученные данные необходимо учитывать при построении систем удобрения на заданный уровень урожайности, коэффициентов использования питательных веществ культурными растениями и разработке мероприятий по охране внешней среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гамзиков Г. П., Кострик Г. И., Емельянова В. Н. Баланс и превращение азота удобрений.— Новосибирск, 1985.—
2. Горовина Л. П., Лысенко М. Н., Котвицкий Б. Б. Биологический круговорот микроэлементов под с.-х. культурами на дерново-подзолистых почвах в Полесье УССР.— Химия в сельск. хоз-ве, 1984, т. 22, № 2, с. 20—25.—
3. Коротков Б. И., Дизенгоф Е. Г. Использование и потери питательных веществ почвы и удобрений на мелиорируемых сенокосах и пастбищах.— М., 1985.—
4. Ломакин М. М., Кочеды-

ков В. М. Мульчирование и эрозия почвы.— Сельск. хоз-во за рубежом, 1982, № 2, с. 12—18.— 5. Макаров Б. Н. Влияние газообразных потерь азота почвы и удобрений на загрязнение аммиаком и двуокисью азота.— Химия в сельск. хоз-ве, 1983, т. 21, № 10, с. 48—50.— 6. Минеев В. Г. Агрохимия и биосфера.— М.: Колос, 1984.— 7. Петербургский А. В. Семинар производителей минеральных удобрений.— Сельск. хоз-во за рубежом, 1984, № 7, с. 17.— 8. Черняков Б. А. США: сельское хозяйство, химизация, экология, М.: Наука, 1991.— 9. Шильников И. А., Мельникова М. Н., Лебедев С. Н., Цыгункин С. М. Влияние минеральных удобрений и известкования на миграцию кальция, магния и сопутствующих элементов из корнеобитаемого слоя дерново-подзолистых почв.— Агрохимия, 1989, № 4, с. 82—87.— 10. Adams J. A., Pattison J. M.— N. Z. J. Agric. Res., 1985, vol. 28, N 1, p. 101—107.— 11. Baier J., Baierova V.— Agrochemia, 1985, vol. 25, N 6 pril.— 12. Barradough E., Geems E., Maggs J. M.— Soil Sci., 1984, vol. 35, N 2, p. 191—199.— 13. Hara G., Daniel R. M., Steele K. W.— Soil Biol. a. Biochem., 1984, vol. 6, N 4, p. 429—436.— 14. Jaakkova A.— Plant a. Soil., 1984, vol. 76, N 1—3, p. 59—66.— 15. Resulovic H.— Radovi poljoprivrednog faculteta univesiteta u Sarajevu, 1981, vol. 29, N 33, p. 5—14.

Статья поступила 28 апреля 1992 г.

SUMMARY

Investigations conducted for six years in the stands of perennial grasses (clover+timothy) of the 1st and 2nd years of use have shown that total removal of chemical substances with surface flow makes 55—65 kg/ha, removal at the depth up to 1 m (top water) — 136—168, into groundwater — 412—430, into pressure water — 85—102 kg/ha. As to extent of losses, nutrient elements and compounds are arranged in the following descending order: Ca>Mg>K>NH₄>>NO₃>HPO₄.