

УДК 631.445.24:631.421.34:631.46:633.2.03:631.811.1

АГРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЫ ОРОШАЕМЫХ ПАСТБИЩ ПРИ ПОВЫШЕННЫХ НОРМАХ АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н. Н. ЛАЗАРЕВ, Г. В. АНТОНОВА

(Кафедра луговодства)

При интенсивном использовании сенокосов и пастбищ, как правило, вносят большие количества минеральных и особенно азотных удобрений, что часто оказывает нежелательное влияние на свойства почвы. Изучению этой проблемы и посвящена данная работа.

На орошаемых сенокосах и пастбищах применяют повышенные нормы минеральных удобрений, что обеспечивает гарантированное получение высоких урожаев и способствует окупаемости дополнительных затрат на орошение. Агроэкономически целесообразные нормы внесения азотных удобрений на лугах установлены [5]. При разработке системы удобрения кормовых угодий учитывают действие удобрений на урожай, качество и себестоимость получаемых кормов. Однако для всестороннего обоснования эффективности системы удобрения сенокосов и пастбищ необходимы также данные о влиянии минеральных удобрений на плодородие почв. Рациональная система удобрений должна обеспечивать сохранение и повышение плодородия почвы. Известно, что внесение минеральных удобрений может вызвать и негативные изменения в агрохимических показателях почвы. Так, при повышенных нормах азота увеличивается кислотность почвы [3, 4], снижается ее биологическая активность [6, 7, 8], в случае орошения возрастает вынос элементов питания с урожаем трав, возможны также потери питательных веществ вследствие их вымывания за пределы почвенного профиля, особенно на почвах легкого механического состава [2, 3]. Однако указанные изменения еще недостаточно изучены на орошаемых долголетних лугах, где высокие нормы минеральных удобрений вносятся поверхностно и в течение длительного времени. Это и явилось предметом настоящего исследования.

Методика

Полевой опыт заложен в 1975 г. на орошаемом культурном пастбище колхоза «Борец» Раменского района Московской области. Залужение участка было проведено в 1967 г., травостой на 99% состоял из злаковых трав. Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная. В слое 0—30 см в расчете на 100 г содержится 1,34% гумуса, 0,09% общего азота, 7,0 мг P_2O_5 по Кирсанову, 10,0 мг K_2O по Масловой, 5,04 мг-экв обменного Са; степень насыщенности основаниями составляет 87,2%, рНсол — 6,0, плотность — 1,54 г/см³, удельная плотность — 2,66 г/см³, наименьшая влагоемкость 19,6 %. Грунтовые воды в годы исследований находились на глубине более 3 м. Из приведенных данных видно, что содержание питательных веществ в почве невысокое, поэтому получить гарантированный урожай трав без применения высоких доз минеральных, в частности азотных, удобрений невозможно. Низкая водоудерживающая способность почвы вызывает также необходимость дополнительного орошения многолетних трав.

Опыт заложен методом расщепленных делянок. На делянках I порядка (500 м²) изучали 3 режима использования травостоя: пастбищное (5 стравливаний за сезон), комбинированное, или сенокосно-пастбищное (1 укос и 2—3 стравливания) и сенокосное (2 укоса). На делянках II порядка (100 м²) изучали 5 вариантов 1 — контроль (без удобрений), 2 — 90P120K, 3 — 120N90P120K, 4 — 240N90P120K, 5 — 360N90P20K. Ширина защитных полос между делянками I порядка 2 м, II порядка — 0,5 м. Фосфорные удобрения (двойной суперфосфат) вносили в один прием весной, калийные (хлористый калий) — дважды за сезон по 60 кг/га: весной и после первого укоса на сенокосе и при комбинированном использовании, а также после второго стравливания на пастбище. Азотные удобрения (аммиачную селитру) вносили равными дозами под каждое отчуждение трав (кроме последнего, при 5 стравливаниях). Влажность в 0—30 см слое почвы с помощью орошения дождевальными машинами ДДН-45 и ДДН-70 поддерживали на уров-

не не ниже 70% НВ. Агрохимические показатели почвы определяли в образцах, отобранных после 3 и 10 лет проведения опыта. Биологическую активность почвы

устанавливали в 1984 г. в лабораторных условиях по методу Штатнова [11], коэффициенты использования азота из удобрений — разностным методом [1].

Результаты

Многолетние травы способствуют обогащению легких почв гумусом, благодаря чему улучшаются водно-физические свойства почвы, повышается ее общее плодородие. В связи с этим создание культурных пастбищ на легких почвах является вполне обоснованным мероприятием.

К 1984 г. содержание гумуса в почве в среднем по опыту возросло по сравнению с исходным уровнем на 4,5 % и колебалось по вариантам от 1,21 до 1,57 % (табл. 1). При внесении минеральных удобрений гумуса накапливалось несколько больше, чем в контроле, по содержанию общего азота не отмечено каких-либо закономерных различий. Накопление гумуса происходило в основном в верхнем (0—10 см) слое почвы. Количество и качество поступающих в почву растительных остатков связаны с флористическим составом фитоценозов, который в течение 10 лет значительно изменился.

На сенокосе в вариантах с азотными удобрениями из травостоя сначала выпадала ежа сборная и массовое распространение получил пырей ползучий, который затем был вытеснен кострецом безостым. В контроле и при внесении фосфорно-калийных удобрений в отдельные годы в травостое было до 17—22 % клевера ползучего, при отмирании которого в почву поступали корневые остатки, богатые азотом. Внесение высоких норм азотных удобрений вызывало снижение зимостойкости ежи сборной, что приводило к ежегодному отмиранию отдельных побегов, и процесс новообразования корней в этих вариантах происходил быстрее.

При сенокосном использовании травостоя формировалась наиболее мощная корневая система (62—91 ц сухой массы на 1 га), при пастбищном она была меньше (48—73 ц/га), но в последнем случае, а также при комбинированном использовании травостоя органическое вещество поступало в почву и за счет экскрементов животных. Несмотря на то что при высоких нормах азота накапливалось меньше корневых остатков, процесс гумусообразования здесь не замедлялся. Это, по-видимому, обусловлено тем, что при повышенных нормах азота снижается биологиче-

Т а б л и ц а 1

Агрохимические показатели почвы в слое 0—30 см на 3-й и 10-й (в скобках) год проведения опыта

Вариант опыта	Гумус. %	Нобщ %	pНсол	P ₂ O ₅	K ₂ O
				мг на 100 г	
Пастбищное использование					
Контроль	1,23 (1,33)	0,09 (0,09)	5,9 (6,0)	6,3 (10,6)	6,8 (6,1)
P90I20K	1,37 (1,45)	0,09 (0,10)	5,8 (5,9)	8,3 (14,5)	9,4 (8,0)
120N90P120K	1,27 (1,32)	0,09 (0,10)	5,9 (5,9)	8,6 (12,8)	4,8 (8,1)
240N90P120K	1,27 (1,34)	0,08 (0,09)	5,8 (5,7)	7,3 (12,5)	4,6 (5,2)
360N90P120K	1,35 (1,51)	0,09 (0,10)	5,4 (5,5)	6,9 (10,0)	6,0 (4,3)
Комбинированное					
Контроль	1,42 (1,41)	0,10 (0,10)	5,8 (5,9)	5,8 (8,3)	6,5 (5,9)
90P120K	1,43 (1,57)	0,10 (0,10)	5,8 (5,7)	7,6 (14,8)	11,9 (6,4)
120N90P120K	1,38 (1,42)	0,11 (0,08)	5,6 (5,5)	8,1 (11,2)	8,6 (6,3)
240N90P120K	1,38 (1,50)	0,11 (0,10)	5,6 (5,3)	6,2 (9,5)	4,4 (3,8)
360N90P120K	1,43 (1,47)	0,10 (0,10)	5,5 (5,2)	8,4 (11,3)	3,9 (5,1)
Сенокосное					
Контроль	1,23 (1,21)	0,09 (0,08)	5,9 (5,9)	6,2 (8,2)	5,5 (6,1)
90P120K	1,17 (1,30)	0,10 (0,09)	5,9 (5,7)	12,2 (20,9)	14,0 (12,7)
120N90P120K	1,18 (1,44)	0,10 (0,09)	5,8 (5,7)	10,0 (18,2)	5,1 (9,8)
240N90P120K	1,26 (1,40)	0,09 (0,10)	5,7 (5,0)	7,3 (12,1)	5,5 (8,9)
360N90P120K	1,17 (1,32)	0,09 (0,09)	5,2 (4,8)	6,5 (9,5)	7,6 (6,7)

Химический состав корневой массы (% от сухого вещества)

Вариант опыта	Сырой протеин	Моно- и дисахара	Инулин	Гемицеллюлоза	Сырая клетчатка	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg
Пастбищное использование									
1	5,5	12,1	8,7	17,9	28,1	0,54	0,75	0,49	0,09
2	5,8	12,2	9,9	18,1	28,6	0,63	0,74	0,50	0,12
3	4,9	11,5	9,9	17,1	32,8	0,61	0,68	0,41	0,08
4	7,2	8,9	7,7	16,9	29,8	0,62	0,60	0,41	0,11
5	9,4	7,4	7,0	16,8	30,7	0,57	0,50	0,46	0,10
Комбинированное									
1	5,1	11,9	10,4	17,0	29,2	0,55	0,76	0,39	0,10
2	4,8	12,0	10,0	17,7	29,3	0,56	0,70	0,47	0,09
3	6,6	7,2	5,6	16,4	32,6	0,54	0,60	0,39	0,10
4	7,6	7,3	5,9	16,2	33,0	0,51	0,51	0,44	0,11
5	9,2	6,6	5,8	16,8	32,1	0,54	0,49	0,48	0,14
Сенокосное									
1	5,4	13,3	12,4	18,4	28,1	0,55	0,75	0,37	0,08
2	4,9	14,7	12,8	18,8	26,9	0,60	0,77	0,30	0,07
3	6,5	12,2	11,2	17,4	29,5	0,60	0,70	0,36	0,08
4	8,5	8,4	7,9	18,1	29,4	0,55	0,56	0,35	0,09
5	10,4	6,6	6,4	16,3	29,1	0,53	0,50	0,35	0,10

ская активность почвы, что, в свою очередь, приводит к повышению интенсивности гумификации корневых остатков.

В корневой массе, накапливающейся в 30-см слое почвы, в расчете на 1 га содержалось 54,2—103,5 кг N, 27,2—54,8 P₂O₅ и 23,9—70,3 K₂O. Ежегодно отмирает и вновь образуется 25 % корней, поэтому на формирование корневой системы элементов питания потребляется значительно меньше, чем выносятся с урожаем надземной массы. В корнях старовозрастного злакового травостоя содержалось 4,9—10,4 % сырого протеина, 26,9—33,0 % сырой клетчатки, 16,2—18,8 % гемицеллюлозы, 6,6—14,7 % сахаров, 5,6—12,8 % инулина (табл. 2). При внесении высоких норм азотных удобрений в корневой массе увеличилось количество азотсодержащих веществ, снизилось содержание сахаров и инулина, а концентрация клетчатки и гемицеллюлозы изменялась незначительно.

Корневая и надземная масса по содержанию сахаров и клетчатки различались мало, а азотсодержащих веществ накапливалось меньше в корневых остатках. Особенно бедны последние калием, концентрация которого здесь в 3,6—6,6 раза меньше, чем в надземной массе. Положительное действие корневых остатков на почву не ограничивается только тем, что после их отмирания почва пополняется органическим веществом. Корневые выделения способствуют размножению ризосферной микрофлоры. Причем в отличие от однолетних культур у многолетних трав корни воздействуют на почву в течение всего года.

Наиболее значительно под влиянием удобрений изменилась кислотность почвы. Уже через 3 года после начала опыта при внесении азота 360 кг/га значение pH_{сол} снизилось на 0,5—0,8, а гидролитическая кислотность увеличилась на 0,44—0,89 мг·экв. К 1984 г. после 10-летнего внесения удобрений произошло еще большее подкисление почвы, особенно при сенокосном использовании трав, где в 4-м и 5-м вариантах pH_{сол} снизился до 5,0 и 4,8 (табл. 1). Это обусловлено тем, что здесь применяли высокие разовые дозы азота (по 120 и 180 кг/га), которые полностью не использовались старовозрастным травостоем. Вместе с вымыванием неиспользованного азота в осенний и весенний периоды происходило выщелачивание кальция и магния, а это, в свою очередь, приводило к повышению кислотности почвы.

Баланс азота, фосфора и калия (кг/га) в почвах опытного участка
за 1975—1984 гг.

Вариант опыта	Азот				P ₂ O ₅			K ₂ O		
	внесено с удобрением	вынесено с урожая- ем	баланс	% использо- вания	внесено с удобрениями	вынесено с урожая- ем	баланс	внесено с удобрениями	вынесено с урожая- ем	баланс
Пастбищное использование										
1	—	738	—738	—	—	285	—285	—	862	—862
2	—	779	—779	—	900	316	+ 584	1200	1066	+134
3	1200	1733	—553	79,5	900	576	+324	1200	1813	—613
4	2400	2303	+97	63,5	900	678	+222	1200	1994	—794
5	3600	2705	+895	53,5	900	706	+ 194	1200	2104	—904
Комбинированное										
1	—	643	—643	— 261	—	—	—261	—	831	—831
2	—	670	—670	—	900	285	+615	1200	988	+212
3	1200	1565	—365	74,6	900	553	+347	1200	1851	—651
4	2400	2151	+249	61,7	900	639	+261	1200	1989	—789
5	3600	2391	+ 1209	47,8	900	676	+224	1200	2118	—918
Сенокосное										
1	—	558	—558	—	—	228	—228	—	811	—811
2	—	605	—605	—	900	268	4-632	1200	953	+247
3	1200	1329	— 129	60,3	900	504	+ 396	1200	1739	—539
4	2400	1922	+ 478	54,9	900	568	+332	1200	1892	—692
5	3600	2074	+ 1526	40,8	900	599	+301	1200	2020	—820

На орошаемых лугах, кроме вымывания, возможны потери азота и в газообразной форме [9], но эти потери не учитывались в условиях нашего опыта.

В среднем за 10 лет при сенокосном использовании в 5-м варианте травы использовали только 40,8 % азота удобрений и количество неиспользованного азота ежегодно составляло 152,6 кг/га (табл. 3). При выпасе скота на пастбище, где травы более эффективно использовали азот удобрений (на 53,5—79,5 %), рН_{сол} снизился только на 0,1—0,5. Снижение обеспеченности почвы обменным кальцием по мере возрастания норм азотных удобрений связано как с увеличением выноса этого элемента с урожаем трав, так и с выщелачиванием его из пахотного слоя почвы. В свою очередь, вынос кальция увеличился за счет роста урожайности трав и повышения концентрации элемента в сухом веществе. В среднем за 10 лет в контроле и во 2-м варианте урожайность сухой массы трав составляла 31,0—34,4 ц/га, в 3-м — 57,0—63,6, в 4-м и 5-м — 65,8—76,8 ц/га, т. е. была в 2—2,3 раза больше, чем в варианте, где применяли только фосфорно-калийные удобрения. Вынос элементов питания с урожаем при повышенных нормах азота был еще больше за счет роста их концентрации в сухом веществе трав.

При повышении нормы азота со 120 до 360 кг/га содержание кальция возросло с 0,48 до 0,50—0,53 %. Подкисление почвы вызвало увеличение подвижности марганца, количество которого в 5-м варианте повысилось до 65,7 мг на 1 кг. Обеспеченность почвы марганцем в этом варианте стала высокой, что отрицательно сказалось на химическом составе кормов. Марганец накапливался в избыточном для животных количестве— 116—161 мг на 1 кг сухого вещества. Увеличение поступления в надземную массу минеральных элементов по мере повышения норм азотных удобрений связано с изменением не только кислотности почвы, но и соотношения различных катионов в почвенном растворе. Так, при обеднении почвы обменным калием, который является антагонистом кальция и магния, увеличивается поступление этих элементов в растения, что и наблюдалось в условиях опыта по мере повышения норм азота.

С 1977 по 1984 г. при сенокосно-пастбищном и сенокосном режимах использования в 4-м и 5-м вариантах количество обменного кальция в почве снизилось на 0,90—0,97 мг·экв на 100 г, причем только 32—34 % кальция было вынесено с урожаем трав, а большая часть потерь, очевидно, связана с вымыванием его за пределы корнеобитаемого слоя, которое усиливается при орошении и повышенных нормах минеральных удобрений [2]. Лугопастбищные травы при внесении азотных удобрений ежегодно выносили с урожаем 50,4—70,6 кг/га подвижного фосфора. Поскольку травы используют только 26,2—43,4 % фосфора, увеличивается его содержание в почве, особенно в верхнем (0—10 см) слое. В вариантах с внесением фосфорно-калийных удобрений травы утилизировали только 2,5—3,4 % фосфора и за 10 лет обеспеченность почвы подвижным P_2O_5 возросла до 14,5—20,9 мг на 100 г. Наибольшее накопление фосфатов в почве отмечалось на сенокосе, так как травы, скашиваемые в фазу сенокосной спелости, потребляют фосфора меньше, чем пастбищные травостои. В сухом веществе пастбищных и сенокосных трав содержалось соответственно 0,92—1,03 и 0,73—0,80 % P_2O_5 . Усвояемость фосфатов зависит от кислотности почвы. Снижение pH по мере повышения норм азотных удобрений способствовало увеличению подвижности полуторных окислов, что, в свою очередь, вызывало уменьшение количества подвижного фосфора в почве.

Учитывая положительный баланс фосфора в почве и достаточное накопление его в травах в вариантах с повышенными нормами азота, принятую в опыте норму фосфорных удобрений следует считать оптимальной, а в 3-м варианте ее необходимо уменьшить до 60—70 кг/га. Нормы фосфорных удобрений, рассчитанные на получение запланированных урожаев и учитывающие коэффициенты использования фосфора из почвы и из удобрений, обычно бывают сильно завышенными, поэтому целесообразнее фосфорные удобрения вносить в нормах, близких к выносу этого элемента с урожаем трав.

Во всех вариантах, кроме 2-го (фосфорно-калийные удобрения), складывался отрицательный баланс калия, поэтому почвы оказались бедны этим элементом. При внесении азотных удобрений уже через 3 года содержание обменного калия снизилось до 3,9—8,6 мг. За последний 7-летний период, несмотря на значительное превышение выноса калия над поступлением его с калийными удобрениями, обеспеченность почвы обменным калием изменялась мало и варьировала от 3,8 до 9,8 мг на 100 г. Это обусловлено переходом неусвояемых форм калия в усвояемые, а также использованием калия из более глубоких горизонтов почвы. Концентрация калия в травах находится в прямой зависимости от обеспеченности почвы этим элементом. Так, если в первые годы проведения опыта при достаточном содержании калия в почве по мере повышения норм азота со 120 до 360 кг/га количество калия в корме возрастало, то в 1984 г. при низкой обеспеченности почвы калием наблюдалась обратная зависимость: при внесении азота 120 кг/га в сухом веществе трав накапливалось 2,70—3,16% калия и при норме 360 кг/га — 2,10—2,48 %.

Норма калийных удобрений должна обеспечивать получение высоких урожаев трав и не вызывать избыточного накопления калия в травах (более 3 %). Для предотвращения обеднения почв обменным калием норму калийных удобрений необходимо повысить до 180 кг/га, т. е., как и по фосфору, она должна быть равной выносу калия с урожаем трав.

С интенсивностью выделения почвой CO_2 , которая, в свою очередь, зависит от деятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов, связывают плодородие почвы [11]. В наших исследованиях при внесении азота в норму 120 кг/га интенсивность выделения почвой CO_2 возросла на 6,6—22,8 % по сравнению с уровнем фосфорно-калийного фона (табл. 4). При увеличении норм азотных удобрений активность целлюлозоразлагающей микрофлоры снижалась, особенно при сенокосном использовании, где применяли высокие разовые дозы азота. Так, на сено-

косе при внесении 120N90P120K. почва выделяла 290 мг CO₂, а при 360N90P120K — только 122 мг, т. е. в 2,4 раза меньше. Снижение биологической активности почвы можно объяснить и непосредственным действием высокой концентрации удобрений на почвенную микрофлору, и возрастанием кислотности по мере повышения норм азота. Между кислотностью почвы и интенсивностью выделения CO₂ в опыте выявлена сильная корреляционная зависимость ($r = 0,83$). При повышении кислотности почвы заметно снижаются численность целлюлозоразлагающих бактерий и их активность [10]. Аналогичное действие высоких норм азотных удобрений наблюдалось в сенокосах. При пастбищном же использовании травостоев микробиологические процессы не подавлялись, что, очевидно, связано с поступлением в почву экскрементов скота — биологически активного органического вещества [6]. Верхний (0—10 см) слой почвы характеризовался наибольшей биологической активностью, поскольку здесь находится 90—95 % корневой массы трав, а также большим (в 2 и 3,2 раза) содержанием гумуса по сравнению с уровнем в 10—20 и 20—30 см слоях почвы.

Выводы

1. На орошаемых сенокосах внесение в течение 10 лет высоких норм аммиачной селитры (240 и 360 кг д. в. азота на 1 га) привело к значительному увеличению кислотности дерново-подзолистой супесчаной почвы: рН_{сол} снизился с 6,0 до 4,8—5,0. На пастбище, где травы утилизировали азот минеральных удобрений более эффективно (на 53,5—79,5 %), рН_{сол} уменьшился только на 0,1—0,5.

2. После многолетнего применения азотных удобрений в норме 120 кг/га по сравнению с фосфорно-калийным фоном почва стала более интенсивно выделять CO₂ (на 6,6—22,8%). При дальнейшем увеличении норм азота до 240 и 360 кг/га наблюдались подавление деятельности целлюлозоразлагающих микроорганизмов и снижение биологической активности почвы: на пастбище — в 1,2—1,3 раза и на сенокосе — в 1,5—2,4 раза. Между кислотностью и биологической активностью почвы выявлена сильная корреляционная зависимость.

3. В почвах орошаемых сенокосов и пастбищ, где обеспеченность подвижными питательными веществами средняя, при внесении совместно с фосфорно-калийными удобрениями (90P120K) повышенных норм азота снизилось содержание обменного калия (до 3,8—8,9 мг), увеличилось количество подвижной P₂O₅ (до 9,5—12,5 мг на 100 г), а содержание гумуса и общего азота практически не изменилось.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афендулов К. П., Лантухова А. И. Удобрения под планируемый урожай. — М.: Колос, 1973. — 2. Коротков Б. И., Яценко Н. А., Щербатов М. Ф. и др. Орошаемые пастбища и сенокосы в Нечерноземье. — М.: Россель-

хозиздат, 1984. — 3. Кук Д. ж. У. Регулирование плодородия почвы. — М.: Колос, 1970. — 4. Кутузова А. А., Морозова З. В., Щеглов В. В. и др. Использование минеральных элементов в системе «почва — растение — животное — животное»

Т а б л и ц а 4

Интенсивность выделения CO₂ почвой за 24 ч (мг на 1 кг сухой почвы)

Вариант опыта	Слой	почвы	см	Среднее в 0 — 30 см
	0 — 10	10 — 20	20 — 30	
Пастбищное использование				
1	420	226	56	234
2	384	186	87	219
3	475	258	73	269
4	377	202	73	217
5	370	180	77	209
Комбинированное				
1	493	245	79	272
2	410	204	72	229
3	432	230	70	244
4	306	164	97	189
5	252	153	61	155
Сенокосное				
1	371	150	64	195
2	502	176	81	253
3	464	243	163	290
4	298	142	134	191
5	154	140	72	122

водческая продукция». — В сб.: Материалы XII Международного конгресса по луговодству. М.: Колос, 1977, т. 2, с. 110—112. — 5. Кутузова А. А. Основные итоги и перспективы исследований по луговодству. — Кормопроизводство, 1982, № 7, с. 8—12. — 6. Л и й в Я., Т о о м р е Р. О влиянии условий питания и способов использования на накопление и разложение корневой массы в луговых травостоях. — В сб.: Материалы XIII Международного конгресса по луговодству, секция 3. Лейпциг, 1977, с. 58—63. — 7. Лыков А. М. Воспроизводство плодородия почв в Черноземной зоне. — М.: Россельхозиздат, 1982. — 8. Морозова З. В., Кулаков В. А., Семенов Н. А. Влияние азотных

удобрений на агрохимические свойства почвы и продуктивность злаковых пастбищ лесной зоны. — Кормопроизводство, 1974, вып. 7, с. 11—19. — 9. Муравин Э. А., Стороженко В. А. Эффективность и баланс азота удобрений на культурном пастбище. — В кн.: Удобрение тропических и субтропических культур. М., 1981, с. 30—35. — 10. Скалон И. С. Микроорганизмы мелкозлаковоразнотравного луга при различных способах его использования. — Ботанический журнал, 1968, т. 53, № 6, с. 813—820. — 11. Штатное В. И. К методике определения биологической активности почвы. — Докл. ВАСХНИЛ, 1952, вып. 6, с. 27—33.

Статья поступила 16 мая 1986 г.

SUMMARY

As a result of applying for 10 years high rates of nitrogen (240 and 360 kg/ha) on 90P120K background on irrigated aged grass stand used for grazing, for hay making and grazing, or for hay making, soil acidity increased, while the amount of exchangeable potassium and calcium, as well as the intensiveness of giving off carbon dioxide by the soil became lower. The strongest undesirable effect on the fertility of soddy-podzolic sandy loams was produced by application of higher rates of nitrogen with twofold utilization for hay making, in which case pH decreased from 6.0 to 4.8—5.0, the amount of exchangeable calcium — from 5.04 to 3.25—3.91 mg•equiv. per 100 g, and the intensiveness of giving off CO₂ by soil — 1.3—2.1 times as compared with the level of phosphorus-potassium background. When aged grass stand was used for grazing, nitrogen fertilizers were utilized more efficiently (by 53.5—79.5 %) and did not produce great effect on agrochemical characteristics and biological activity of the soil.