

УДК 631.879.2:633.2/.3«550.3»

УРОЖАЙНОСТЬ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ  
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОКОВ

Н.Н. ЛАЗАРЕВ, В.А. МИХЕЕВ

(Кафедра луговодства)

По данным 11-летних исследований внесение с животноводческими стоками на злаковых многоукосных травостоях 300N125P400K способствует повышению их урожая в 4 раза, увеличению обеспеченности корма сырым протеином — в 1,4 раза, фосфором — на 14%. При повышенных дозах стоков уменьшается содержание в травах кальция и магния и увеличивается концентрация калия, железа, марганца, никеля и кадмия, однако количество этих элементов в кормах не превышает максимально допустимых уровней.

Использование местных органических удобрений является одним из путей ресурсосбережения в луговодстве. На животноводческих фермах и комплексах с бесподстильным содержанием скота образуется большое количество жидкого навоза и навозных (животноводческих) стоков, которые наиболее целесообразно утилизировать в качестве удобрения на сенокосах и пастбищах. В отличие от полевых культур многолетние травы имеют более продолжительный вегетационный период и используются многоукосно, поэтому животноводческие стоки на кормовых угодьях можно вносить в течение всей вегетации.

При орошении жидкой фракцией навоза увеличивается урожайность многолетних трав и изменяется качество корма [4, 7, 8]. При внесении жидкого навоза в дозе 300 т/га урожайность многолетних злаковых трав достигает 86-112 ц/га сухой массы [12]. Более высокие дозы оправданы в тех случаях, когда для утилизации навоза не хватает площади кормовых угодий.

В животноводческих стоках кроме макроэлементов содержатся и другие биогенные элементы, поэтому они оказывают многообразное влияние на химический состав кормов. При поливе стоками с высоким содержанием азота и калия на орошаемых участках видовой состав травостоя обедняется, что отрицательно сказывается, на химическом составе корма и его ценности для животных [10]. В многолетних травах, удобряемых жидким навозом, может накапливаться 20~24% сырого протеина, что приближает их по этому показателю к бобовым травам [11]. Улучшение качества кормов при внесении жидких органических удобрений отмечали многие исследователи [2, 4]. Однако высокие дозы навоза могут способствовать накоплению в кормах повышенного количества нитратов [3, 6] и калия [14]). При орошении животноводческими стоками в корме увеличивается также содержание микроэлементов и тяжелых металлов [7, 9].

Большинство исследований, посвященных изучению эффективнос-

ти жидкого навоза, проведено в краткосрочных опытах, поэтому определить рациональные нормы утилизации животноводческих стоков при выращивании многолетних злаковых трав часто затруднительно из-за отсутствия данных за весь период продуктивного долголетия травостоя. В связи с этим нами выполнены 11-летние исследования, которые позволяют оценить длительное действие животноводческих стоков на урожай и качество травяных кормов.

#### Методика

Исследования проведены в племсовхозе «Наро-Осановский», совхозе им. Тельмана Московской обл. и на полевой станции МСХА им. К.А. Тимирязева.

В опыте 1 в племсовхозе «Наро-Осановский» на постоянном опытном участке с многолетним злаковым травостоем в течение 11 лет (1976—1986 гг.) испытывались различные нормы орошения животноводческими стоками крупного рогатого скота (табл. 1). При определении оросительных норм за основу принимали дозы вносимого со стоками азота от 120 до 600 кг/га. Дозы фосфора ( $P_2O_6$ ) и калия ( $K_2O$ ) в нормах колебались по годам и даны усредненные.

Видовой состав травостоя перед закладкой опыта был в основном представлен кострцом безостым (*Bromopsis inermis* Leyss.), ежой сборной (*Dactylis glomerata* L.) и овсяницей луговой (*Festuca pratensis* Huds.).

В опыте 2 в совхозе им. Тельмана изучали химический состав различных злаковых трав, удобряемых навозными стоками (см. табл. 8). С навозными стоками, поступающими с молочного комплекса, вносили за сезон 240N120P270K.

В опыте 3 на полевой опытной станции в 1996 г. изучали химичес-

кий состав злаковой травосмеси из кострца безостого и тимopheевки луговой (*Phleum pratense* L.) и бобово-злаковых травосмесей с участием клевера лугового (*Trifolium pratense* L.), клевера ползучего (*Trifolium repens* L.) и люцерны изменчивой (*Medicago varia* Mart.), под которые вносили только калийные удобрения — 180K.

Почвы на всех опытных участках дерново-подзолистые среднесуглинистые. Обеспеченность почв подвижным фосфором в опытах 1, 2 и 3 была соответственно низкой, высокая и очень высокая; обменным калием в опытах 1 и 3 — низкая, в опыте 2 — средняя. Использование травостоев трехукосное. В племсовхозе «Наро-Осановский» стоки вносили машиной АНЖ, в совхозе им. Тельмана — жижеразбрасывателем РЖТ равными долями под 1-, 2- и 3-й укосы. Влажность почвы на уровне 60–85% НВ поддерживали поливами чистой водой.

#### Результаты

Продуктивность травостоев. В племсовхозе «Наро-Осановский» при орошении стоками, содержащими 120N50P160K, получено 6 т/га сухой массы, что выше контроля в 2,5 раза (табл. 1). При максимальной дозе 600N250P810K сбор сухой массы составил 10,46 т/га и превысил показатель в варианте с минимальной дозой азота в 1,7 раза.

При сравнении влияния на сбор сухой массы различных норм стоков между собой по принципу отношения последующего варианта к предыдущему достоверная прибавка (свыше 5,6 ц/га) отмечается при внесении азота в дозах 120, 180, 240 кг/га, а при последующих возрастающих дозах увеличение урожайности не существенно.

Т а б л и ц а 1

Урожайность многолетних трав при удобрении животноводческими стоками  
(т/га сухой массы)

Вариант (содержание в стоках)	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	В сред- нем
Контроль	2,97	2,51	2,45	1,85	1,91	1,05	3,27	2,86	2,39	2,07	2,77	2,37
120N50P160K	4,98	6,82	6,71	6,34	6,44	3,51	7,17	5,74	7,74	4,88	5,85	6,01
180N75P240K	5,79	8,21	8,97	8,06	6,93	4,42	8,37	8,18	8,53	7,25	8,55	7,57
240N100P320K	6,31	10,02	10,32	9,24	7,44	4,78	9,19	9,13	9,20	7,87	11,22	8,61
300N125P400K	6,47	10,53	10,97	10,14	7,64	5,35	9,81	10,86	10,59	8,68	13,33	9,49
360N150P490K	6,82	11,04	10,75	10,52	7,86	5,70	10,51	10,96	10,65	9,63	13,49	9,81
480N200P650K	7,50	10,98	11,14	10,76	8,03	6,04	11,00	11,87	10,97	9,64	14,40	10,21
600N250P810K	6,98	11,54	12,04	11,58	8,18	6,49	11,42	12,50	10,96	9,40	14,00	10,46
НСР <sub>05</sub>	0,56	0,76	0,64	0,73	0,45	0,48	0,53	0,50	0,64	0,53	1,16	0,60

Оплата прибавкой урожая вноси-  
мых со стоками питательных веществ  
также снижалась с увеличением  
дозы их в оросительной норме. Так,  
окупаемость 1 кг NPK при ороситель-  
ной норме 120N составила в среднем  
11 кг, а при дозе 600 кг — 4,9 кг  
сухой массы.

Содержание органических ве-  
ществ в травах. При орошении сто-  
ками содержание сырого протеина в  
травах повышалось с 9,2 (в контро-  
ле) до 13,5% при дозе 300N125P400K  
(табл. 2). Установлена тесная корреля-  
ционная связь содержания сыро-  
го протеина с возрастающими нор-  
мами стоков ( $r = 0,94$ ). При высоких  
дозах азота в стоках (360-600 кг/га)  
протеина в растениях накапливалось  
в 1,6 раза больше, чем в контрольном  
варианте. При этом содержание про-  
теина в травах соответствует зоотех-  
нической норме — 13~15%.

С ростом норм животноводческих  
стоков (с 120N до 600N) содержание  
переваримого протеина в 1 корм. ед.  
увеличилось со 102 до 132 г при 87 г  
в контроле. Учитывая, что рекомен-  
дуемая обеспеченность 1 корм. ед.  
корма переваримым протеином со-  
ставляет 110-120 г, целесообразно  
оптимальными дозами азота в сто-  
ках считать 240-300 кг.

Содержание жира в злаковых тра-  
вах под действием различных доз  
удобрительных веществ повышалось  
с 3,9 в контроле до 4,3% при наи-  
большей дозе. При этом установлена  
тесная корреляционная связь ( $r =$   
 $= 0,90$ ). Максимальный показатель,  
отмечаемый в отдельные годы, со-  
ставил 5,2-5,4%.

Содержание клетчатки в биомас-  
се трав при различных ороситель-  
ных нормах стоков находится на од-  
ном уровне — 30-31% ( $r = 0,27$ ), он  
практически не отличается от конт-  
рольного и несколько превышает  
рекомендуемый для дойных коров —  
22-28%. Наблюдались большие коле-  
бания в содержании данного веще-  
ства по годам — от 20 до 35%, что  
указывает на перерастание трав в  
отдельные годы и на целесообраз-  
ность применения, наряду с трех-  
укосным, четырехукосного режима  
использования травостоя.

Содержание безазотистых экст-  
рактивных веществ в биомассе трав  
при орошении животноводческими  
стоками уменьшалось с 51,4% (в кон-  
троле) до 43% (при 180N75P240K). Об  
этом же свидетельствует отрица-  
тельная величина коэффициента  
корреляции (-0,79) между возраста-  
ющими нормами и значением БЭВ.

Т а б л и ц а 2

Содержание органических веществ в травах при орошении животноводческими стоками (% от сухой массы) (*числитель* — в среднем за 11 лет, *знаменатель* — пределы колебаний)

Вариант	Сырой протеин	Сырой жир	Сырая клетчатка	БЭВ
Контроль	9,2	3,9	29,4	51,4
	6,9-10,7	2,6-4,0	21,5-31,8	41,0-63,2
120N50P160K	10,8	4,0	31,1	43,0
	9,2-13,7	2,7-4,7	25,9-35,8	37,2-48,4
180N75P240K	12,0	4,1	30,8	42,3
	10,7-15,3	3,3-4,9	26,8-34,2	35,9-50,4
240N100P320K	12,8	4,2	30,5	41,3
	10,9-16,7	3,1-5,4	25,4-34,8	34,6-50,8
300N125P400K	13,5	4,2	30,6	41,7
	11,0-15,8	3,4-4,7	24,8-36,2	35,9-48,3
360N150P490K	13,8	4,2	30,6	40,6
	10,5-17,3	3,1-4,9	20,9-34,2	34,6-46,6
480N200P650K	14,4	4,2	30,6	39,5
	12,6-17,6	3,3-4,9	25,9-33,5	31,1-45,9
600N250P810K	14,7	4,3	30,4	39,9
	11,1-18,4	3,1-5,2	25,6-35,8	28,6-44,9
Коэффициент корреляции (г)	0,94	0,90	0,27	-0,79

При 600N250P810K количество безазотистых экстрактивных веществ составило 40%.

Орошение животноводческими стоками оказало влияние на содержание в травах таких важных органических веществ, как аминокислоты, которые являются структурными частями белков. При орошении в многолетних травах отмечается увеличение абсолютного содержания всех аминокислот по отношению к контролю. Так, увеличилось содержание лизина в 1,4—1,8 раза; гистидина, аргинина, аспарагиновой кислоты — в 1,2-1,8 раза; глутаминовой кислоты, глицина и промина — в 1,2-1,7 раза; остальных кислот — в 1,1-1,6 раза (табл. 3).

При этом содержание серина, глутаминовой кислоты, глицина, аланина, валина, метионина в биомассе увеличивалось последовательно от

каждой последующей дозы азота к предыдущей. Содержание остальных аминокислот в растениях возрастало с увеличением вносимых доз азота до 360 кг/га включительно. Последующее увеличение доз азота с оросительной нормой стоков до 480-600 кг/га не привело к повышению их концентрации.

Следует отметить, что при орошении животноводческими стоками увеличение содержания аминокислот в многолетних злаковых травах с ростом доз азота происходит пропорционально увеличению количества сырого протеина. Увеличение абсолютного содержания всех аминокислот при внесении животноводческих стоков отмечено также в [1].

В сыром протеине злаковых трав общая сумма аминокислот составляет 75-79%; сумма незаменимых аминокислот колебалась от 39,5% (в ва-

Т а б л и ц а 3

Влияние орошения животноводческими стоками на аминокислотный состав многолетних злаковых трав (г/кг сухого вещества; в среднем за 3 года)

Аминокислота	Конт- роль	Дозы азота (кг/га), вносимые со стоками						
		120	180	240	300	360	480	600
Лизин*	4,12	5,69	6,12	6,23	6,78	7,60	7,29	7,52
Гистидин*	1,60	1,94	1,99	2,16	2,43	2,93	2,58	2,63
Аргинин*	4,03	4,86	5,28	5,28	5,70	6,92	6,44	6,62
Аспарагиновая кислота	6,95	8,58	9,65	9,56	9,98	12,45	11,40	11,71
Треонин*	3,64	4,26	4,70	5,00	4,73	5,58	5,32	5,46
Серин	3,34	3,64	4,21	4,47	4,13	4,67	4,69	4,97
Глутаминовая кислота	8,38	10,24	12,32	11,23	12,19	13,00	13,71	14,20
Пролин	4,18	4,92	5,54	5,00	5,69	5,43	7,03	6,38
Глицин*	3,99	4,82	5,32	5,09	5,51	6,70	5,78	6,44
Аланин	6,21	7,14	7,88	7,36	7,90	9,18	9,06	9,48
Валин*	4,81	5,47	6,10	5,94	6,41	7,50	7,04	7,81
Метионин*	0,66	0,80	0,89	0,77	0,98	1,03	0,94	1,08
Изолейцин*	3,71	4,12	4,49	4,44	4,86	5,85	5,19	5,66
Лейцин*	6,62	7,54	8,54	8,63	9,14	10,63	9,70	10,49
Тирозин	2,54	2,88	3,16	3,16	3,42	4,07	3,90	3,94
Фенилаланин*	4,34	4,92	5,16	5,16	5,84	6,85	6,28	6,66
Сумма незаменимых аминокислот	37,52	44,42	48,59	48,70	52,08	61,59	56,56	60,97
Общая сумма аминокислот	69,12	81,82	91,35	89,48	95,39	110,39	106,35	111,05
Сырой протеин	91	105	117	119	131	146	143	147

Примечание. \* — незаменимые аминокислоты.

рианте 480N) до 42,3% (120N). Относительное содержание отдельных аминокислот в сыром протеине как при орошении стоками, так и при орошении чистой водой стабильное. Доля отдельных аминокислот в общей их сумме выражается следующими величинами (в %): лейцин — 17; лизин — 13; глицин, аргинин и фенилаланин — по 11; треонин, изолейцин — по 9; гистидин — 5; метионин — 1,5.

Содержание макроэлементов. Исследования показали (табл. 4), что орошение животноводческими стоками при увеличении норм обуславливало повышение количества калия в многолетних травах ( $\gamma = 0,90$ ). Так, в биомассе трав, орошаемых чистой водой, содержание его составило 1,5%, при внесении со стоками 180N75P240K оно возросло до 2,3%,

а при максимальных дозах — до 2,9%. Данные средние показатели не превышают зоотехническую норму, верхний предел которой равен 3%. Однако в отдельные годы содержание калия в травах достигало 3,3-3,6%. В целом следует отметить, что при орошении животноводческими стоками нормами, содержащими высокие дозы калия — 490-810 кг/га, чрезмерного накопления его в биомассе трав, как правило, не происходило.

Орошение различными нормами животноводческих стоков не оказало влияния на концентрацию натрия в травах, но вызывало некоторое снижение содержания кальция ( $\gamma = -0,62$ ). Так, при внесении 120N50P160K количество кальция в биомассе снижалось с 0,75% (в контроле) до 0,63%. По мере дальнейшего увеличения доз стоков содержание его практически

Содержание макроэлементов в травах при орошении животноводческими стоками (% от сухой массы) (*числитель* — в среднем за 11 лет, *знаменатель* — пределы колебаний)

Вариант	K	Na	Ca	Mg	P
Контроль	1,5	0,03	0,75	0,32	0,29
	1-1,9	0,02-0,07	0,56-1,09	0,24-0,45	0,31-0,43
120N50P160K	2,3	0,02	0,63	0,25	0,33
	2-2,8	0,01-0,04	0,39-0,93	0,18-0,35	0,27-0,43
180N75P240K	2,4	0,02	0,59	0,24	0,33
	2,1-3,1	0,01-0,06	0,38-0,89	0,19-0,38	0,24-0,49
240N100P320K	2,5	0,03	0,61	0,27	0,35
	2,2-3,6	0,01-0,07	0,41-0,89	0,16-0,44	0,24-0,50
300N125P400K	2,6	0,02	0,67	0,26	0,33
	2,4-3,1	0,01-0,04	0,43-0,96	0,14-0,45	0,24-0,49
360N150P490K	2,7	0,02	0,58	0,27	0,35
	2,5-3,3	0,01-0,04	0,37-0,97	0,19-0,40	0,27-0,47
480N200P650K	2,9	0,02	0,60	0,26	0,38
	2,4-3,3	0,02-0,04	0,35-0,80	0,05-0,44	0,27-0,53
600N250P810K	2,9	0,03	0,60	0,24	0,39
	2,6-3,5	0,02-0,07	0,39-0,98	0,16-0,38	0,25-0,52
Коэффициент корреляции (r)	0,90	0	-0,62	-0,56	0,94

не изменялось. Следует отметить, что при всех нормах орошения стоками содержание кальция в растениях было выше нижнего предела зоотехнических требований — 0,4%.

Аналогично кальцию изменялось содержание магния ( $r = -0,56$ ). При орошении чистой водой в среднем за весь период исследований концентрация магния составляла 0,32 %, а при орошении стоками она снижалась до 0,24-0,27%. В травах некоторых укосов количество магния было менее 0,2%.

С ростом норм животноводческих стоков отмечалось повышение концентрации фосфора в травах ( $r = 0,94$ ). Если в контроле содержание его в биомассе составляло 0,29, то при внесении 120N50P160K — 0,33 и 600N250P810K — 0,39%.

Содержание нитратов и микроэлементов. Под действием орошения

животноводческими стоками увеличивается содержание нитратного азота в травах ( $r = 0,98$ ). Среднее значение уровня нитратного азота в многолетних травах по мере возрастания дозы азота с 120 до 480 кг/га увеличивалось соответственно с 0,02 до 0,06, а при дозе 600N — до 0,08% (табл. 5). Допустимая концентрация его в биомассе принята 0,07%, отрицательное влияние на организм животного зафиксировано при количестве свыше 0,11%.

Таким образом, средние показатели нитратного азота в биомассе трав при изучаемых дозах азота, вносимых со стоками, в основном соответствуют зоотехнической норме. Однако в отдельные годы отмечалось повышенное содержание данного вещества в травах при поливах стоками. При этом концентрация его превышала предельно допустимую

Т а б л и ц а 5

Концентрация нитратного азота в биомассе многолетних злаковых трав при орошении животноводческими стоками (% от сухой массы; в среднем за 11 лет)

Вариант	Среднее содержание	Пределы колебаний
Контроль	0,02	0,01-0,06
120N50P160K	0,02	0,01-0,10
180N75P240K	0,03	0,01-0,11
240N100P320K	0,04	0,02-0,13
300N125P400K	0,05	0,01-0,16
360N150P490K	0,05	0,02-0,14
480N200P650K	0,06	0,02-0,14
600N250P810K	0,08	0,02-0,28

Коэффициент корреляции (r) 0,98

(0,11%) уже при 240N на 0,02%; по мере увеличения доз стоков превышение возрастало и при дозе 600N достигало 0,17%. В связи с этим на полях утилизации животноводческих стоков следует осуществлять контроль за содержанием нитратного азота в биомассе и с учетом его концентрации корректировать рацион животных.

Орошение животноводческими стоками оказывает влияние на содержание в многолетних злаковых травах микроэлементов — железа, мар-

ганца, меди, никеля, цинка и кадмия, играющих большую роль в жизнедеятельности сельскохозяйственных животных (табл. 6, 7).

Соединения железа выполняют окислительные функции, входят в состав гемоглобина, осуществляя транспорт кислорода в организме животных. Нормальное содержание железа в 1 кг сухой массы рациона для крупного рогатого скота составляет 50-70 мг.

В условиях опыта содержание железа в травах первого и второго укосов находилось в прямой зависимости от величины оросительных норм животноводческих стоков ( $r = -0,9$ ). Так, в травах первого укоса содержание данного элемента при дозах 12GN50P100K составило 76,0; 600N250P810K — 126 мг/кг; во втором укосе — соответственно 65 и 86,5 мг/кг. В третьем укосе трав нет четкой закономерности увеличения количества данного вещества в биомассе при орошении различными нормами стоков ( $r = 0,26$ ) (табл. 6).

Концентрация железа в травах не превышала 400 мг в 1 кг сухой массы, т. е. уровня, превышение которого может отрицательно сказаться на здоровье животных.

Т а б л и ц а 6

Содержание железа, марганца, меди в многолетних травах при орошении животноводческими стоками в 1983 г. (мг/кг сухой массы)

Вариант	Железо			Марганец			Медь		
	1 укос	2 укос	3 укос	1 укос	2 укос	3 укос	1 укос	2 укос	3 укос
Контроль	72,0	52,7	132,0	27,0	38,6	64,0	7,5	4,0	6,2
120N50P160K	76,0	65,4	138,2	40,5	55,0	89,6	7,9	5,6	9,6
180N75P240K	83,0	70,4	132,4	56,5	57,2	88,0	7,5	6,0	8,9
240N100P320K	95,3	75,5	144,0	55,0	60,8	75,5	7,6	7,0	8,3
300N125P400K	123,5	67,9	125,5	54,2	59,7	83,0	8,1	6,6	9,4
360N150P490K	123,9	74,5	130,6	56,7	70,2	90,4	7,6	7,0	7,7
480N200P650K	124,0	76,7	133,3	58,5	71,4	102,1	7,9	7,4	8,1
600N250P810K	126,0	86,5	144,5	60,0	75,5	104,2	7,0	6,0	8,0
Коэффициент корреляции (r)	0,89	0,91	0,26	0,81	0,95	0,84	-0,29	0,64	0

Содержание никеля, цинка, кадмия в многолетних травах  
при орошении животноводческими стоками в 1983 г. (мг/кг сухой массы)

Вариант	1 укос	2 укос	3 укос	1 укос	2 укос	3 укос	1 укос	2 укос	3 укос
	<i>Никель</i>			<i>Цинк</i>			<i>Кадмий</i>		
Контроль	1,0	0,95	1,20	15,3	13,5	12,2	0,05	0,10	0,10
120N50P160K	1,9	1,2	1,90	16,4	17,0	22,6	0,07	0,12	0,14
180N75P240K	1,9	1,5	1,68	17,5	16,5	21,8	0,07	0,15	0,18
240N100P320K	2Д	1,3	1,85	18,3	16,8	20,8	0,07	0,19	0,16
300N125P400K	2,0	1,8	2,40	20,4	17,1	21,5	0,09	0,19	0,14
360N150P490K	2,4	1,8	2,62	20,9	17,3	19,9	0,09	0,23	0,14
480N200P650K	2,6	2,0	2,80	21,2	17,5	19,0	0,10	0,30	0,24
600N250P810K	2,8	2,5	2,95	19,2	16,0	20,5	0,10	0,30	0,26
Коэффициент корреляции (r]	0,94	0,97	0,95	0,79	0,52	0,29	0,94	0,98	0,86

При орошении животноводческими стоками отмечается увеличение содержания марганца в травах (г находится на уровне 0,81-0,95), и при внесении 180N75P240K оно в 1,5-2,1 раза было выше контроля. По мере увеличения оросительных норм прирост количества данного элемента существенно замедляется и при 600N250P810K этот показатель превышает контрольное значение в 1,6-2,2 раза.

Содержание марганца в травах возрастает от начала вегетационного периода к концу, и в третьем укосе биомасса трав характеризуется более высоким содержанием марганца.

Нормальной концентрацией данного элемента в многолетних травах считается 60 — 70 мг/кг. Превышают эту величину показатели содержания марганца в биомассе второго укоса при нормах стоков 400-600N, (соответственно 71 и 75 мг/кг) и третьего укоса при всех оросительных нормах со значением от 89 мг/кг при наименьшей оросительной норме (120N50P150K) до 104,2 мг/кг при максимальной (600N250P810K). Однако данная концентрация не является

токсической, поскольку доказано, что токсикологический эффект по Хеннигу наступает при концентрации его 1000 мг/кг, а по Бергману — 300 мг в 1 кг сухой биомассы.

В травах второго укоса с возростанием оросительных норм наблюдалась тенденция к увеличению содержания меди, а при внесении 600N250P810K происходило его снижение по отношению к предыдущим дозам (240N - 480N). В третьем укосе концентрация меди в травах по отношению к контролю увеличивалась, примерно, на одинаковую величину (в 1,5 раза) при дозах от 120N50P100K до 300N125P480K. При дальнейшем возрастании оросительных норм содержание данного вещества в биомассе по сравнению с предыдущими нормами снижалось.

Нормальное содержание меди в растениях принято 3—12 мг/кг. При орошении животноводческими стоками оно не выходило за эти пределы.

Никель встречается в организме животных в значительном количестве. При этом физиологическая роль его неизвестна. В настоящее время



накоплены сведения в основном о его негативных действиях. В связи с этим важен контроль за содержанием никеля в травяных кормах.

При орошении животноводческими стоками в биомассе трав всех укосов по отношению к контролю увеличивалась концентрация никеля на 20-90% при дозе 120N5QP160K ( $\gamma = 0,94-0,97$ ). По мере возрастания оросительных норм наблюдалось последовательное увеличение содержания его в травах с 1,2-1,9 при дозе 120N50P160K до 2,5-2,95 мг/кг при внесении 600N250P810K, т.е. в 1,5—2,5 раза. Следует отметить, что по укосам трав концентрация никеля в растениях была, примерно, одинаковая и при всех оросительных нормах стоков соответствовала зоотехнической норме.

Орошение животноводческими стоками способствует увеличению содержания цинка в многолетних травах. В первом укосе с 15,3 мг/кг в контроле оно возрастало до 16,4 мг/кг при дозе 12GN50P160K и последовательно увеличивалось до 21,2 мг/кг при дозе 480N200P680K ( $\gamma = 0,79$ ). Во втором укосе при различных оросительных нормах стоков получена биомасса с близкими величинами концентрации цинка — 17-16 мг/кг ( $\gamma = 0,52$ ), что превышает контроль на 20-30%. В биомассе третьего укоса зависимость содержания цинка от возрастающих норм стоков слабая ( $\gamma = 0,29$ ).

Биологическая роль кадмия в настоящее время не выявлена. Научные исследования по токсикологии этого металла позволяют сделать вывод о его способности накапливаться в животных организмах. По данным наших исследований, с ростом норм орошения животноводческими стоками увеличивается содержание кадмия в многолетних травах при коэффициентах корреляции в зависи-

мости от укосов 0,94-0,86. Так, в первом укосе содержание его в травах по сравнению с контролем при дозах 120N50P100K и 240N100P320K возросло на 40%, а при последующих дозах — в 2 раза. Во втором укосе количество данного элемента в биомассе с 0,10 мг/кг в контроле последовательно повысилось до 0,30 мг/кг при максимальной оросительной норме стоков, в третьем укосе — соответственно с 0,10 до 0,26 мг/кг.

Несмотря на увеличение содержания кадмия в многолетних травах под действием орошения животноводческими стоками содержание его даже при высоких нормах стоков — 480N200P680K и 600N250P810K — не превышало максимально допустимого уровня в кормах для сельскохозяйственных животных.

Концентрация минеральных веществ в растениях зависит не только от их количества, поступающего с животноводческими стоками, но и от содержания и соотношения их в почве, реакции почвенной среды.

Изучение влияния животноводческих стоков на накопление различными видами злаковых трав микроэлементов, которое проводилось в совхозе им. Тельмана Московской обл., показало, что при внесении навозных стоков во всех травах, за исключением овсяницы тростниковой (*Festuca arundinacea* Griseb.), содержалось достаточное количество меди для удовлетворения потребности дойных коров в этом элементе: в 1 кг сухой массы корма — от 8,1 до 11,7 мг. Концентрация цинка составляла 19,3-35,8, кобальта — 0,04-0,08, йода — 0,05-0,09 мг/кг, что ниже рекомендуемых норм. В избытке накапливались марганец (106,2-334,3 мг/кг) и железо (114,3-163,7 мг/кг) (табл. 8).

Максимальное количество меди, цинка и йода при внесении стоков содержалось в двухкосточнике трост-

Содержание микроэлементов в злаковых травах при удобрении навозными стоками (мг/кг сухой массы, в среднем за два года). Совхоз им. Тельмана

Виды трав	Си	Zn	Mn	Fe	Со	Ј
Кострец безостый	м	27.9	152.2	122.1	0.07	0,08
	9,5	28,8	167,9	119,7	0,06	0,08
Овсяница луговая	8Ј	24.5	157.3	154.0	0.08	0.05
	8,0	23,8	177,2	153,2	0,05	0,05
Овсяница тростниковая	Li	19.3	186.9	153.5	0.06	0.06
	5,4	19,1	233,1	163,7	0,07	0,07
Двукосточник тростниковый	11.6	35.8	141.5	120.7	0.07	0.09
	8Д	32,9	170,4	126,8	0,05	0,08
Ежа сборная	8!	26.9	230.4	126.1	0.07	0.06
	7,0	24,6	334,3	114,3	0,06	0,07
Тимофеевка луговая	10.3	26.5	106.2	127.8	0.06	0.06
	8,4	27,8	148,5	129,9	0,06	0,07

П р и м е ч а н и е . Числитель при внесении навозных стоков, знамена - тель — при орошении чистой водой.

никовом (*Phalaroides arundinacea* L.) — соответственно 11,6, 35,8 и 0,09 мг/кг, марганца — в еже сборной (230,6 мг/кг) железа — в овсянице тростниковой (153,5 мг/кг), кобальта — в овсянице луговой (0,08 мг/кг).

Применение навозных стоков способствовало повышению содержания во всех травах меди на 1,7-3,5 мг/кг. На количество цинка навоз не влиял, а содержание марганца снизилось на 15,7-103,9 мг/кг. Здесь, очевидно, сказались положительное влияние минеральных веществ, содержащихся в навозе, на реакцию почвенного раствора. Дополнительное поступление с навозом кальция и магния уменьшило концентрацию подвижных форм марганца в почве и его поступление в растения.

На содержание в травах железа, кобальта и йода навоз не оказал какого-либо закономерного влияния.

В настоящее время резко сократилось применение удобрений на лугах, поэтому при создании сеяных травостоев приоритет необходимо

отдавать смесям многолетних злаковых трав с бобовыми, которые не требуют внесения минеральных источников азота. Возникает вопрос о целесообразности удобрения таких бобово-злаковых травостоев животноводческими стоками.

Изучение химического состава клеверо- и люцерно-злаковых травостоев показывает, что они без внесения азота накапливают от 16,64 до 22,83 % сырого протеина, в то время как злаки, удобряемые 90N, — только 15,06% (табл. 9). Бобово-злаковые травосмеси потребляли также больше кальция, магния и цинка, чем злаки.

Внесение стоков, являющихся азотно-калийным удобрением, целесообразно на бобово-злаковых травостоях. Калий, содержащийся в навозе, ингибирует усвоение травами фосфора, магния, натрия, меди и кобальта [13]. Кроме того, избыток азота, содержащегося в навозных стоках, вызывает сокращение продуктивного долголетия бобовых трав [14].

Химический состав злаковых и бобово-злаковых травосмесей в 1999 г.  
(% от сухой массы)

Травосмесь	Сырой протеин	Сырая клетчатка	P	K	Ca	Mg	Си	Mп	Zn
Кострец + тимофеевка без азота	13,51	27,75	0,38	1,80	0,62	0,23	6,6	56,9	33,0
Кострец + тимофеевка + 90N	15,06	28,08	0,40	1,84	0,62	0,25	6,3	57,1	33,1
Злаки + клевер ползучий	22,83	22,85	0,42	1,88	0,75	0,38	4,6	56,0	38,2
Злаки + клевер луговой	16,64	26,07	0,42	1,85	0,83	0,36	6,1	56,6	34,1
Злаки + люцерна изменчивая	20,34	26,98	0,42	1,84	0,82	0,34	5,7	57,0	34,9

### Выводы

1. Многолетние злаковые травы в условиях трехкратного скашивания при внесении под них с животноводческими стоками 300N125P400K обеспечивают повышение урожая с 2,37 до 9,49 т/га сухой массы. Внесение со стоками свыше 3Q0N не приводит к существенному росту урожая.

2. Животноводческие стоки в дозе 300N125P400K оказывают в основном положительное влияние на химический состав травяных кормов, повышая в них содержание сырого протеина с 9,2 до 13,5 %, сырого жира — с 3,9 до 4,2 %, фосфора — с 0,29 до 0,43 %, суммы аминокислот — с 69,2 до 95,39 г/кг.

3. Внесение повышенных доз животноводческих стоков вызывает небольшое снижение концентрации в травах кальция и магния и увеличение количества калия, железа, марганца, никеля, кадмия, однако содержание этих элементов в получаемых кормах не превышает максимально допустимых значений.

4. Содержание нитратного азота в травах иногда превышало 0,07 %, поэтому при внесении стоков необходимо осуществлять контроль за накоплением нитратов в кормах.

5. Разные виды многолетних злаковых трав различались по накоплению

микроэлементов. При внесении навозных стоков в дозе 240N120P270K наибольшее количество марганца накапливалось в овсянице тростниковой, железа — в еже сборной, меди, цинка и йода — в двухкосточнике тростниковом, кобальта — в овсянице луговой.

6. В животноводческих стоках содержится большое количество азота, поэтому их необходимо применять на травостоях с доминированием нитрофильных злаковых трав: костреца безостого, ежи сборной, овсяницы тростниковой.

Бобово-злаковые травосмеси способны без внесения навоза и минеральных источников азота давать корма с более высокой концентрацией сырого протеина, кальция, магния и микроэлементов, чем злаковые травы, поэтому под них животноводческие стоки вносить нецелесообразно.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Баженова Т.Г. Аминокислотный состав многолетних трав при орошении животноводческими стоками. — В кн.: Очистка и использование стоков животноводческих комплексов. М.: ВНИИГиМ, 1981, с. 86-90. — 2. Дмитриева В.И. Эффективность жидкой фракции бесподстилочного комплекса «Вороново» при орошении многолетних трав. М.: ВНИИЭСХ,

1975. — 3. *Дмитриева В.И., Лапицина Н.А.* Влияние орошения стоками животноводческих комплексов КРС на продуктивность многолетних трав. — В сб. научн. трудов. М.: ВНИИГиМ, 1978, с. 5-8. — 4. *Дмитриева В.И.* Эффективность почвенной очистки стоков животноводческих комплексов КРС при использовании их на орошение. — В кн.: Очистка и использование стоков животноводческих комплексов. М.: ВНИИГиМ, 1981, с. 67-68. — 5. *Кашин И.М., Козлов В.В.* Количество пастбищного корма при орошении жидкой фракцией навоза крупного рогатого скота. — В кн.: С.-х. использование сточных вод. М.: ВНИИГиМ, 1979, с. 63-65. — 6. *Козлов В.В., Кашин И.М.* Использование жидкой фракции навоза крупного рогатого скота для орошения многолетних трав. — В кн.: С.-х. использование сточных вод. М.: ВНИИССВ, 1980, с. 6-12. — 7. *Косерева Т.Л., Поединок Н.Л., Лапицина Н.А. и др.* Утилизация стоков животноводческих стоков в совхозе «Боровое» Ивановской области. — В кн.: Экологические и технико-экономические аспекты утилизации сточных вод и животноводческих стоков. М.: ВНИИГиМ, 1999, с. 105-111. —
8. *Кошевой О.Ю.* Очистка и утилизация стоков животноводческого комплекса на полях орошения в условиях северо-запада РСФСР. Л.: Сев.НИИГИМ, 1982. —
9. *Мельникова А.И.* Качество многолетних трав при внесении высоких норм жидкой фракции бесподстилочного навоза. — В кн.: С.-х. использование сточных вод. М.: ВНИИССВ, 1981, с. 81-86. —
10. *Михеев В.А., Кутенов Л.Е., Васильева Н.И.* Влияние жидкой фракции навоза крупного рогатого скота на урожай и химический состав многолетних трав. — В кн.: С.-х. использование сточных вод. М.: ВНИИГиМ, 1979, с. 87-90. —
11. *Платонова Л.Г.* Влияние различных доз бесподстилочного навоза на урожай и хим. состав райграса однолетнего. — Бюлл. ВНИИ удобрений и агропочвоведения. М.: 1974, вып.17, с. 89-91. —
12. *Третьяков Н.Н., Осипов В.Н., Титов В.С.* Продуктивность многолетних злаковых трав и качество зеленой массы при внесении жидкого навоза и минеральных удобрений. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 1, с. 41-52. —
13. *Korynski A.* — *Hodowca drobn. Invent., vol. 25, N. 718, p. 21-22.* —
14. *Yahala Z., Tomasik J.* — *Fed. Vanska Bystrica, 1990, vol. 1, p. 505-508.*

*Статья поступила  
19 декабря 2003 г.*

## SUMMARY

According to investigations conducted for 11 years, 300N125P400K applied with livestock production outflows on grassy polycut grass stands promotes to make their yield 4 times higher, to make the amount of fodder in rude protein 1,4 times higher, and the amount of phosphorus — by 14% higher. With higher outflow doses the amount of calcium and magnesium in grasses gets lower, and concentration of potassium ironm manganese, nickel and cadmium gets higherm but the amount of these elements in fodder is not higher than maximum permissible levels.