

УДК 631.4: 631.432: 631.41: 633.2.03

ВЛИЯНИЕ СПОСОБА ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА УРОЖАЙНОСТЬ, ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И КАЧЕСТВО ЗЛАКОВОГО КОРМА

Н.А. Семенов, Н.А. Муромцев, А.В. Шуравилин, К.Б. Анисимов,
Почвенный институт им. В.В. Докучаева

Исследования проводили в 2001—2004 гг. в полевых и лизиметрических опытах, заложенных в 3-кратной повторности на опытном полигоне ВИК им. В.Р. Вильямса. Перед закладкой опыта дерново-подзолистая почва характеризовалась средними значениями подвижного фосфора и обменного калия, средне- и слабокислыми pH_{KCl} и содержанием гумуса менее 2%. Каждая полевая делянка оборудована двумя поддонами, расположенными на глубине 35 и 70 см от поверхности. Объектом исследования был злаково-разнотравный травостой (с доминированием ежи сборной) посева 1989 и 1998 гг. Схема опытов 2001 г. приведена в табл. 1—3, а в лизиметрах — схема опытов со злаковым травостоем (посева 1998 г.) — в 2002 г. В первом случае запахивали дернину 12-летнего травостоя, во втором — 4-летнего. На трех последних вариантах удобрения в год закладки не вносили, а вносили только со второго года жизни трав из расчета $N_{45}P_{60}K_{90}$ (под первый и второй укосы). Использование травостоя — трехукосное. Безотвальную обработку проводили 3-кратным дискованием с последующим прикатыванием и посевом трав, комбинированную — обычной вспашкой с перемешиванием дернины, отвальную — вспашкой с предплужниками и укладкой дернины без ее разрезания на дно борозды.

Подтверждена зависимость накопления биомассы растений от условий среды (табл. 1). Так, в год залужения (обработки почвы), в целом оптимальном по увлажнению (2001 г.), максимальная урожайность в полевом и лизиметрическом опытах получена на старовозрастном травостое при внесении $N_{135}P_{60}K_{90}$ (3 укоса) без обработки почвы. По мере увеличения интенсивности обработки почвы (и дернины) в первый год залужения степень снижения урожайности травостоя возрастала. При этом минимальная урожайность получена при обороте («захоронении») пласта дернины на дно борозды без ее предварительной разделки. Это связано с тем, что растения с малоразвитой корневой системой еще не могут использовать продукты разложения уложенной дернины (глубина заделки 21—24 см) и при отсутствии минеральной подкормки довольствуются лишь имеющимися в почве элементами питания растений.

На второй год (2002) — экстремальный по увлажнению (ГТК приближается к условиям сухой степи — полупустыни), величина снижения урожая трав при отвальной обра-

ботке начинает уменьшаться, т.е. уложенная дернина на дно борозды начинает «работать на урожай» (табл. 1). На третий год (2003), несмотря на дефицит влаги в отдельные периоды вегетации, урожайность достоверно превосходила старовозрастной, удобряемый в тех же дозах. Комбинированная и отвальная обработки по степени воздействия на урожайность трав практически равнозначны.

На четвертый год (2004) жизни трав наиболее высоким был эффект (по урожайности) при отвальной обработке, хотя в среднем за 4 г. существенных различий не выявлено (табл. 1). Оценивая влияние удобрений на урожайность злакового травостоя, можно сказать, что внесение удобрений способствовало повышению урожайности в 3,3 раза (в среднем за 4 г.), а также снижению отрицательного воздействия засушливых периодов на травостой.

В трех вариантах (3, 4, 5) высевана травосмесь из ежи сборной, тимофеевки луговой и мятлики лугового. В вариантах 2—4 в год посева NPK не вносили, в последние годы внесено $N_{45}(под\ укос)P_{60}K_{90}$. Дозы NPK эквивалентны полевому опыту.

Особенности урожайности злакового травостоя на полевых делянках в целом отмечаются и для лизиметрических опытов только с тем различием, что абсолютные значения урожайности в лизиметрах значительно ниже, чем в полевых условиях, за исключением контроля. В контроле картина обратная — урожайность травостоя в лизиметрах почти в 2 раза выше такового на делянках. Это связано с обеспечением оптимальных или, по крайней мере, комфортных условий по содержанию влаги в корнеобитаемом слое почвы в лизиметрах за счет грунтовых вод, поддерживаемых на постоянном уровне в течение вегетации.

Старовозрастной удобряемый и необработанный травостой (контроль 1) в значительной степени видоизменялся в зависимости от возраста и метеорологических условий (табл. 2.). Так, доля ежи сборной и тимофеевки луговой в 2001 г. (закладка опыта) составляла соответственно 21,5 и 9,5 ц/га СВ. Через 4 г. она снизилась в 2,5 раза, а доля разнотравья за этот период возросла в 2 раза. Наблюдалось увеличение бобовых более чем в 4 раза. В сухие годы (2002—2003 гг.) происходило резкое снижение доли сея-

Таблица 1. Влияние способов обработки почвы на урожайность злакового травостоя (ц/га сухого вещества)*

Вариант	Полевые условия	Лизиметры	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	Среднее
Контроль 1	Без обработки, травостой злаково-разнотравный 1989 г. посева, без удобрений, контроль 1	Без обработки + NPK, посев 1998 г.	46,9	11,8/50,6	13,9/35,4	36,1/74,0	27,2/53,3
Контроль 2	Без обработки, травостой злаково-разнотравный 1989 г. посева, N_{45} (под укос) $P_{60}K_{90}$	Безотвальная обработка + NPK, травостой посева 2002 г.	109,9	55,0	79,5	113,5	89,4
3	Безотвальная обработка, злаковый травостой посева 2001 г., NPK	Комбинированная обработка + NPK, травостой посева 2002 г.	83,8	47,3/23,5	91,2/81,4	118,9/79,8	85,3/61,6
4	Комбинированная обработка, травостой злаковый посева 2001 г., NPK	Отвальная обработка + NPK, посев 2002 г.	77,5	38,6/22,4	99,2/85,4	119,5/70,5	83,7/59,4
5	Отвальная обработка, травостой посева 2001 г., NPK		65,2	43,8/22,6	97,6/96,5	126,7/78,7	83,3/65,9
НСР ₀₅			5,1	7,1	6,8	5,5	

* Числитель — в полевом опыте, знаменатель — в лизиметрах

Таблица 2. Изменение компонентов злакового травостоя по вариантам обработки (ц/га сухого вещества)

Вариант	Год	Урожайность компонентов злакового травостоя, ц/га СВ					Бобовые	Разнотравье
		Ежа сборная	Тимофеевка луговая	Мятлик луговой	Прочие злаки	Всего		
Без обработки, без удобрений, травостой посева 1989 г. (контроль 1)	2001	21,5	9,5	3,8	4,7	39,5	0,4	7,0
	2002	4,7	1,5	0,6	0,6	7,5	0,1	4,2
	2003	4,2	1,4	0,4	1,0	7,0	0,2	6,8
	2004	8,5	3,8	4,3	7,4	23,9	1,7	13,3
Без обработки, N ₄₅ (под укос) P ₆₀ K ₉₀ , травостой посева 1989 г. (контроль 2)	2001	65,3	16,7	4,6	5,7	92,3	1,6	16,0
	2002	26,0	9,3	5,6	6,1	46,9	0,7	7,3
	2003	45,3	14,3	—	—	59,6	—	19,9
	2004	89,0	—	6,3	8,8	104,1	Единично	8,9
Безотвальная обработка, NPK, травостой посева 2001 г.	2001	50,2	12,2	6,1	6,9	75,4	—	8,4
	2002	18,9	12,0	6,4	5,7	43,0	0,1	4,1
	2003	59,3	13,7	0,9	1,8	75,7	—	15,5
	2004	65,8	9,8	18,2	6,0	100,0	—	19,0
Комбинированная обработка, NPK, травостой посева 2001 г.	2001	54,2	10,4	3,3	5,6	73,6	—	3,9
	2002	15,3	10,3	6,0	4,2	35,8	—	2,7
	2003	70,4	11,9	2,0	2,0	86,3	—	12,9
	2004	98,9	—	12,2	4,1	115,1	—	4,5
Отвальная обработка, NPK, травостой посева 2001 г.	2001	27,0	8,4	2,6	4,7	42,7	—	2,3
	2002	17,1	11,5	6,7	3,0	37,6	0,8	1,6
	2003	68,3	12,7	1,0	1,0	83,0	—	14,6
	2004	63,3	12,0	27,1	15,1	117,5	—	9,2

ных видов (злаков). На участие разнотравья последствие 2002 г. повлияло в меньшей степени, чем на сеяные и природные злаки, а также бобовые компоненты. Удобрения способствовали росту и развитию сеяных злаковых трав, особенно ежи сборной, доля которой в 2001 г. составила 65,3 ц/га СВ, а в 2004 г. повысилась на 36,3%. Увеличилось содержание и несеяных злаков, а доля разнотравья снизилась почти в 2 раза, бобовые же в 2004 г. полностью исчезли из травостоя. На четвертый год опыта из этого травостоя полностью выпал мятлик луговой.

При внесении NPK на старовозрастном травостое доля злаковых видов увеличилась в 4,3 раза по сравнению с неудобренным травостоем того же (1989) года посева. Реакция злаковых трав на обработку почвы была неравнозначной. Так, в год посева (2001) доли ежи сборной и тимофеевки луговой были более высокими при безотвальной и комбинированной обработках, чем при отвальной.

В сухой год (2002) долевое участие этих сеяных видов было почти равным (соответственно 18,9, 15,3 и 17,1

ц/га СВ). Этот год не оказал отрицательного воздействия, особенно на ежу сборную, доля которой на третий год жизни возросла, особенно при безотвальной и комбинированном способах обработки, более чем в 3 раза. Оптимальные условия для ежи сборной создавались при комбинированной обработке почвы, а при отвальной — для тимофеевки луговой.

Доля разнотравья в первые 2 года жизни снижалась по вариантам обработки в такой последовательности: без обработки + NPK < безотвальная обработка < без обработки и без удобрений < комбинированная обработка < отвальная обработка. Через 4 года доля участия разнотравья была наиболее высокой при безотвальной обработке (19,0 ц/га СВ), а наиболее низкой — при комбинированной (4,5 ц/га СВ). На отвальную и безотвальную обработки разнотравье реагировало примерно одинаково (9,2 и 8,9 ц/га СВ). В экстремально сухой год (2002) при отвальной обработке долевое участие разнотравья в травостое было минимальным (1,6 ц/га СВ).

На содержание основных элементов питания в растениях злакового травостоя оказывают влияние метеорологические условия, возраст травостоя, удобрения, обработка почвы и другие факторы [1, 2]. Анализ полученных за 4 года данных

(табл. 3) показал, что на старовозрастном неудобренном травостое (контроль 1) концентрация азота, фосфора, калия и кальция в травах возрастала от нормального по увлажнению периода вегетации к резко недостаточному (от 2001 к 2002 гг.). Довольно высокое содержание этих элементов на неудобренном травостое в последующие годы (2003 и 2004) объясняется появлением в них бобовых компонентов. Удобрения способствовали мобилизации потребления элементов питания растений, кроме кальция, концентрация которого лишь в год внесения РК (2001, контроль 2) была выше, чем в контроле 1, а в последующие 3 года — ниже. Следует отметить активное потребление старовозрастным травостоем калия в первый год внесения удобрений, что привело к его недопустимой концентрации в корме.

В первый год создания злакового травостоя при разных способах обработки почвы (без внесения удобрений) молодыми травостоями поглощение кальция усиливается по сравнению со старовозрастными и удобренными злаково-

Таблица 3. Потребление (вынос) элементов питания злаковым травостоем и содержание их в нем (кг/га) в зависимости от обработки почвы (данные лизиметрических исследований)

Вариант	2002 г.				2003 г.				2004 г.				В среднем за 2002–2004 г.			
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
1. Без обработки + NPK	130,6/ 2,58	38,0/ 0,75	135,1/ 2,67	49,1/ 0,97	76,8/ 2,17	27,3/ 0,77	112,2/ 3,17	46,4/ 1,31	153,2/ 2,07	78,7/ 1,06	290,7/ 3,93	82,9/ нет данных	120,2/ 2,26	48,0/ 0,90	179,3/ 3,36	59,5/ 1,12
2. Безотвальная + NPK	33,8/ 1,44	14,3/ 0,61	35,5/ 1,51	22,3/ 0,95	178,3/ 2,19	63,5/ 0,78	289,0/ 3,55	81,4/ 1,00	162,9/ 2,04	73,4/ 0,92	30,24/ 3,79	77,9/ 0,98	125,0/ 2,05	50,4/ 0,82	209,0/ 3,39	60,5/ 0,48
3. Комбинированная + NPK	33,8/ нет данных	14,6/ нет данных	42,6/ нет данных	21,7/ нет данных	192,2/ нет данных	67,5/ нет данных	340,7/ 4,18	90,5/ 1,06	136,1/ 1,93	64,9/ 0,92	346,1/ 4,91	69,1/ 0,98	120,7/ 2,03	49,0/ 0,82	243,1/ 4,09	60,4/ 1,02
4. Отвальная + NPK	33,0/ 1,46	14,2/ 0,63	39,3/ 1,74	21,5/ 0,95	212,3/ 2,20	75,3/ 0,78	403,4/ 3,99	105,2/ 1,09	152,7/ 1,94	74,0/ 0,94	366,0/ 4,65	79,5/ 1,01	132,7/ 2,01	54,5/ 0,83	269,6/ 4,00	68,7/ 1,04

* В числителе — потребление элементов питания, кг/га, в знаменателе — содержание химических элементов, %СВ

разнотравными травостоями. При внесении удобрений (NPK) по всем способам обработки концентрация общего азота в растениях увеличивалась независимо от условий вегетационного периода. При этом повышение его содержания в растениях идет в следующей последовательности: безотвальная обработка < комбинированная обработка < отвальная обработка. На поглощение растениями фосфора обработка не оказала заметного влияния (при NPK) при любых метеорологических условиях в 2002—2004 гг. Аналогичная ситуация складывалась в эти годы и при внесении за сезон K_{90} . По влиянию обработки на содержание кальция в злаковом травостое было выявлено, что без внесения удобрений на обрабатываемых вариантах вновь создаваемого травостоя поглощение кальция идет более интенсивно, чем на удобряемом старовозрастном травостое. В последующие годы внесение NPK оказало слабое воздействие на потребление кальция растениями из почвы.

Итак, в год посева злакового травостоя максимальная концентрация NPK в растениях наблюдалась при комбинированной обработке, в последующие годы потребление азота и калия растениями было выше при отвальной обработке. По количеству выносимых с надземной массой

азота, фосфора, калия и кальция (безвозвратные потери) наименьшие объемы потерь наблюдались при отвальной обработке почвы на третий и четвертый годы.

Внесение NPK на старовозрастном травостое повышает содержание протеина в 2 раза и его сбор с 1 га (2001 г.) в 4,6 раза. Способы обработки (в тот же год посева злаковых трав без внесения NPK) по сравнению с контролем 1 дали следующие прибавки:

— безотвальная — сырой протеин — 2,2 раза, сырая клетчатка — 1,5 раза, сырой жир — 2,4 раза, сырая зола — 2,8 раза;
— комбинированная — сырой протеин — 2,5 раза, сырая клетчатка — 1,3 раза, сырой жир — 2,4 раза, сырая зола — 2,2 раза;

— отвальная обработка — сырой протеин — 1,8 раза, сырая клетчатка — 1,1 раза, сырой жир — 1,7 раза, сырая зола — 1,9 раза.

Следовательно, в год создания травостоя наиболее эффективным оказался прием без обработки почвы, но с внесением полного удобрения. Из трех способов обработки по биогенным показателям худшим оказался в начале опыта (2001 г.) вариант с отвальной обработкой почвы. 

Влияние способа обработки почвы на урожайность, химический состав и качество корма **Influence of soil tillage on yield rate, chemical contents and quality of feeding crops**

Н.А. Семенов, Н.А. Муромцев, А.В. Шуравилин, К.Б. Анисимов
Semenov N.A., Muromtsev N.A., Shuravilin A.V., Anisimov K.B.

Литература:

1. Коротков Б.Н., Трешников Н.Н. Ресурсосберегающие технологии создания и улучшения сенокосов и пастбищ // Обзорная информация, М., 1990. 60 с.
2. Рекомендации по технологии создания, орошения и использования сеяных пастбищ и сенокосов в лесной зоне европейской части СССР. М.: Россельхозиздат, 1979. 45 с.
3. Семенов Н.А. Влияние запаханной дернины и удобрений на урожайность травостоя, вымывание азота и кальция // Перспективные агрохимические технологии по качеству кормов. М.: 2002. С. 218-223.
4. Семенов Н.А., Муромцев Н.А., Сабитов Г.А., Коротков Б.Н. Лизиметрические исследования в луговодстве. М.: Изд-во «Аверс Пресс». 2005, Ярославль. 498 с.

Summary:

Research in field and lisimetric experiments in 2001-2004 on the experimental field of the Russian Institute of Feed Crop Production in honour of Williams V.P., showed that in the soil tillage conditions the highest production of grass crops was detected on the 4th year after putting of crop roots on the bottom of furrow without its destruction. In this case eluviations of nutrition elements with grass were the lowest. Averagely for 4 years the yield rate of dry matter was 8,339 and 6,59 t/ha in field and lisimetric experiments. In the variant without tillage the yield rate of dry matter was the least (2,72 t/ha in field experiment and 5,33 t/ha in lisimetric experiment). In combinational tillage maximal concentration of NPK was evident. Yield rate of grass crop was the highest in the first 2 years and averagely for 4 years distinguished very little from pure tillage. Fertilizers usage led to increasing of yield rate in 2-4 times and decreasing of negative influence of dry periods on grass crops.