

ВОЗДЕЙСТВИЕ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ И АГРОХИМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ И ПЛОДОРОДИЕ ПОЧВЫ

Л.П. Харкевич, Н.М. Белоус, Е.В. Смольский, С.Ф. Чесалин, Брянская ГСХА

Представлены результаты исследований в длительном стационарном опыте. Изучено влияние минеральных удобрений и обработки почвы на величину и качество лугопастбищной продукции в условиях техногенного загрязнения, а также на динамику показателей плодородия почвы в луговом ценозе.

Ключевые слова: естественный травостой, двухъярусная вспашка, показатели качества, ^{137}Cs , плодородие почвы.

Кормовые экосистемы (пастбища и сенокосы, многолетние травы на пашне) в России занимают значительные площади и играют важнейшую роль не только в кормопроизводстве, но и в рациональном природопользовании. Являясь одним из основных компонентов биосферы, они выполняют важнейшие производственные, средостабилизирующие и природоохранные функции в агроландшафтах и оказывают значительное влияние на экологическое состояние территории. Кормовые экосистемы способствуют сохранению и накоплению органического вещества в биосфере [1].

Будущее сельскохозяйственного производства России, получение от него наибольшего дохода зависит от кормопроизводства, прежде всего, от правильной организации кормовой площади, количества и качества кормов. Приоритетное развитие отечественного животноводства должно сопровождаться приоритетным развитием кормовой базы [2].

В Брянской области радиоактивно загрязненными в результате аварии на ЧАЭС оказались 491,4 тыс. га сенокосов и пастбищ. Исходя из этого, возникает необходимость в разработке приемов реабилитации естественных кормовых угодий, обеспечивающих получение экологически безопасных кормов [3, 4].

Плотность загрязнения естественных кормовых угодий является определяющим фактором перехода радионуклидов в молоко и мясо [5].

Разработка системы агротехнических и агрохимических мероприятий, позволяющих поддерживать оптимальные параметры плодородия почв и уровень продуктивности культурных травостоев и способствующих эффективному снижению перехода радионуклидов в растения, является основным способом уменьшения содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в естественных и сеяных травах [6].

В связи с этим возникла необходимость проведения комплексных исследований по улучшению пойменных лугов с оценкой влияния различных приемов и их сочетаний на величину и качество лугопастбищной продукции с целью отработки наиболее эффективных мероприятий, способствующих получению нормативно чистых кормов, а следовательно и экологически безопасной продукции животноводства.

Методика. Исследования проводили на луговом участке центральной поймы р. Ипуть в многолетнем факториальном опыте, заложенном в 1994 г. в Новозыбковском районе Брянской области. В 2008 г. было проведено перезалужение опытного участка.

Почва опытного участка аллювиальная луговая песчаная, мощность гумусового горизонта 17-18 см, с глубины 40 см начинается глеевый горизонт. Плотность загрязнения опытного участка ^{137}Cs в период проведения работ по перезалужению (2008 г.) составляла 559-867 кБк/м².

Агрохимическая характеристика почвы перед проведением работ по перезалужению опытного участка следующая: рН_{KCl} – 5,2-5,6, гидролитическая кислотность – 2,6-2,8 мг-экв. на 100 г почвы, сумма поглощенных оснований – 11,3-13,1 мг-экв. на 100 г почвы, содержание подвижного фосфора – 620-

840 мг/кг, обменного калия – 133-180 мг/кг (по Кирсанову), гумуса – 3,08-3,33% (по Тюрину).

Исследования по изучению эффективности систем удобрения и обработки почвы (двухъярусная вспашка) проводили на естественном травостое и травостое сеяных многолетних мятликовых трав в одновидовых посевах: ежи сборной (сорт ВИК 61) – 15 кг/га и двухкосточника тростникового (сорт Припятский) – 15 кг/га.

Результаты и их обсуждение. Исследования выявили, что двухъярусная вспашка оказывает слабое влияние на продуктивность кормовых угодий. Урожайность сена многолетних трав, в среднем за три года исследований, в сумме за два укоса в контрольном варианте на естественном травостое составила 2,20 т/га. На сеяных травостоях она варьировала от 2,67 до 2,85 т/га (табл. 1).

1. Влияние минеральных удобрений на урожайность сена многолетних трав первого укоса, т/га (среднее за 2009-2011 гг.)

Вариант опыта	Естественный травостой		Двухъярусная вспашка					
	уро-жай-ность	при-бавка урожая	ежа сборная			двукосточник тростниковый		
			уро-жай-ность	прибавка		уро-жай-ность	прибавка	
				от удоб-рений	от ви-дово-го со-става		от удоб-рений	от ви-дово-го со-става
Контроль	2,20	-	2,67	-	0,47	2,85	-	0,48
P ₆₀ K ₉₀	4,60	2,40	5,66	2,99	1,06	5,87	3,02	1,27
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	8,60	6,40	9,82	7,15	2,20	10,61	7,76	2,01
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₂₀	8,91	6,71	10,20	7,53	1,29	10,88	8,03	1,97
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₅₀	9,90	7,70	10,52	7,85	0,62	11,19	8,34	1,29
P ₆₀ K ₁₂₀	5,28	3,08	5,59	2,92	0,31	6,36	3,51	1,08
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₂₀	10,02	7,82	10,78	8,11	0,76	11,34	8,49	1,32
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₅₀	10,47	8,27	11,25	8,53	0,78	11,88	9,03	1,41
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₁₈₀	10,70	8,50	11,49	8,82	0,79	12,39	9,54	1,69
HCP ₀₅	0,55							
HCP _(удобр)	0,46							
HCP _(внд)	0,31							

Фосфорно-калийные удобрения положительно влияли на урожайность сена многолетних трав как естественного, так и сеяных травостоев. Урожайность сена от фосфорно-калийных удобрений по сравнению с контролем повышалась более, чем в 2 раза.

Наибольшее влияние на урожайность сена многолетних трав оказали азотные удобрения, при этом их эффективность возрастала с увеличением дозы. Действие возрастающих доз калия в составе NPK было менее эффективным, чем азотного удобрения.

Наиболее высокая урожайность сена от внесения дозы азота 90 кг/га получена в варианте N₉₀P₆₀K₁₅₀ на всех изучаемых травостоях. Увеличение дозы азота до 120 кг/га на фоне возрастающих доз калия способствовало дальнейшему росту урожайности сена, при этом эффективность минеральных удобрений на фоне коренного улучшения была значительно выше. Самая высокая урожайность, как на естественном, так и на сеяных травостоях получена в варианте N₁₂₀P₆₀K₁₈₀. На естественном травостое урожайность сена многолетних трав в этом варианте составила 10,7 т/га, прибавка по отношению к контролю – 8,50 т/га, на сеяном травостое ежи сборной урожайность 11,49 т/га, прибавка к контролю – 8,82 т/га, на дву-

кисточнике тростниковом урожайность 12,39 т/га, прибавка – 9,54 т/га.

Максимальный эффект в опыте получен от азотного удобрения независимо от состава травостоев многолетних трав.

По содержанию сырого протеина (%) сено делят на три класса для сеяных злаков: I класс – 10, II класс – 8, III класс – 6; для естественных сенокосов, соответственно, 9; 7; 5 (ГОСТ 4808-75).

Содержание сырого протеина в сене 1-го укоса в среднем за 3 года исследований на контроле на естественном травостое составило 9,12%, на сеянном травостое ежи сборной – 9,56, двухкосточника тростникового – 10,75% (табл. 2).

Фосфорно-калийные удобрения увеличивали содержание сырого протеина в сене как естественного, так и сеянного травостоя. Внесение азотных удобрений в дозе 45 кг д.в./га на фоне фосфорно-калийных ($P_{60}K_{45}$) увеличивало содержание сырого протеина в сене всех изучаемых травостоев.

Последовательно возрастающие дозы калия в составе $N_{45}P_{60}$ повышали содержание сырого протеина в сене многолетних трав как естественного, так и сеяных травостоев луговых трав.

2. Влияние удобрений на качество сена многолетних трав первого укоса (2009-2011 гг.)

Вариант опыта	Сырой протеин, %	Каротин, мг/кг	Нитраты, мг/кг	^{137}Cs , Бк/кг
<i>Естественный травостой</i>				
Контроль	9,12	16,3	176	3241
$P_{60}K_{45}$	9,93	16,7	218	495
$N_{45}P_{60}K_{45}$	11,31	24,5	228	1333
$N_{45}P_{60}K_{60}$	11,81	27,3	263	785
$N_{45}P_{60}K_{75}$	13,62	27,8	281	466
$P_{60}K_{60}$	10,37	17,5	226	352
$N_{60}P_{60}K_{60}$	14,56	28,9	336	542
$N_{60}P_{60}K_{75}$	15,19	28,8	348	336
$N_{60}P_{60}K_{90}$	15,37	29,3	361	236
<i>Ежи сборной</i>				
Контроль	9,56	17,9	218	2936
$P_{60}K_{45}$	12,12	18,3	227	411
$N_{45}P_{60}K_{45}$	14,56	24,6	234	1326
$N_{45}P_{60}K_{60}$	14,81	28,1	279	834
$N_{45}P_{60}K_{75}$	15,06	28,6	288	459
$P_{60}K_{60}$	11,25	19,7	231	358
$N_{60}P_{60}K_{60}$	14,75	29,3	278	480
$N_{60}P_{60}K_{75}$	15,37	29,6	294	293
$N_{60}P_{60}K_{90}$	15,50	29,9	318	280
<i>Двукосточник тростниковый</i>				
Контроль	10,75	18,6	213	2333
$P_{60}K_{45}$	11,81	19,8	226	436
$N_{45}P_{60}K_{45}$	14,31	27,5	233	1207
$N_{45}P_{60}K_{60}$	14,44	28,6	248	725
$N_{45}P_{60}K_{75}$	15,50	29,3	300	393
$P_{60}K_{60}$	12,06	20,8	226	357
$N_{60}P_{60}K_{60}$	14,93	29,8	296	432
$N_{60}P_{60}K_{75}$	15,37	30,5	312	295
$N_{60}P_{60}K_{90}$	15,62	30,8	334	248

Повышение дозы фосфорно-калийных удобрений до $P_{60}K_{60}$ увеличило содержание сырого протеина в сене естественного травостоя и двухкосточника тростникового по сравнению с вариантом $P_{60}K_{45}$, соответственно, на 0,44 и 0,25%, а на травостое ежи сборной уменьшило – на 0,87%.

Внесение азота в дозе 60 кг д.в./га в дополнение к $P_{60}K_{60}$ увеличило содержание сырого протеина в сене многолетних трав на всех изучаемых травостоях. Возрастающие дозы калия на фоне $N_{60}P_{60}$ также приводили к увеличению содержания сырого протеина в сене многолетних трав.

Наибольшее содержание сырого протеина в сене многолетних трав первого укоса отмечено независимо от вида травостоя при внесении минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{90}$ и составило на естественном травостое – 15,37%, по фону двухъярусной вспашки на травостое ежи сборной – 15,50, двухкосточника тростникового – 15,62%.

Важнейший показатель качества корма – содержание в нем каротина. В исследованиях, содержание каротина в сене первого укоса многолетних трав в среднем за три года по вариантам опыта колебалось от 16,3 до 30,8 мг/кг в зависимости от видового состава травостоя (см. табл. 2).

По содержанию каротина (мг/кг) сено делят на три класса для сеяных злаков и естественных травостоев: I класс – 20, II класс – 15, III класс – 10 (ГОСТ 4808-75).

Внесение фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{45}$ повышало содержание каротина в сене всех изучаемых травостоев.

Азотное удобрение в составе $N_{45}P_{60}K_{45}$ способствовало дальнейшему повышению содержания каротина в сене.

Увеличение доз фосфорно-калийного удобрения до $P_{60}K_{60}$ незначительно сказалось на содержании каротина в сене многолетних трав, а при внесении азота в дозе 60 кг д.в./га на фоне $P_{60}K_{60}$ отмечено более заметное повышение содержания каротина в сене как естественного, так и сеяных травостоев.

Последовательно возрастающие дозы калия – 75-90 кг д.в./га на фоне $N_{60}P_{90}$ также способствовали повышению содержания каротина в сене многолетних трав. При этом наиболее высокое содержание каротина отмечено в варианте $N_{60}P_{60}K_{90}$.

В наших исследованиях содержание нитратов в сене многолетних трав не превышало установленный норматив (1000 мг/кг). Наименьшее их содержание в первом и втором укосах, независимо от видового состава травостоя, в среднем за годы исследований было отмечено в контрольном варианте. Внесение NPK повышало содержание нитратов.

В контрольном варианте удельная активность сена естественного травостоя составила 3241 Бк/кг ^{137}Cs . Проведение коренного улучшения снизило этот показатель в 1,1-1,4 раза. Наибольшее уменьшение содержания радиоцезия отмечено в сене двухкосточника тростникового, однако его содержание в 5,8 раза превышает норматив 400 Бк/кг [7] (см. табл. 2).

Агрохимические мероприятия (внесение удобрений) являются более эффективным приемом снижения накопления радиоцезия урожаем сена многолетних трав. Так, внесение фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{45}$ уменьшило содержание ^{137}Cs в сене естественного травостоя на 2746 Бк/кг, в сене ежи сборной – на 2525, в сене двухкосточника тростникового – на 1897 Бк/кг. То есть содержание ^{137}Cs по отношению к контролю снизилось, соответственно, в 6,5; 7,1 и 5,3 раза по видам травостоя.

Повышение дозы фосфорно-калийного удобрения до $P_{60}K_{60}$ (вар. 6) способствовало снижению содержания цезия-137 в сене многолетних трав, независимо от видового состава травостоя, по сравнению с вариантом 2 от 1,1 до 1,4 раза. Полученный в этом варианте корм соответствовал нормативу, поскольку содержал от 352 до 358 Бк/кг ^{137}Cs , но урожайность сена была низкой.

Внесение азота в дозе N_{45} в дополнение к $P_{60}K_{45}$ увеличивало концентрацию радиоцезия в продукции независимо от вида травостоя до уровней, превышающих норматив.

Последовательно возрастающие дозы калия от 60 до 75 кг д.в./га в составе $N_{45}P_{60}$ снижали содержание ^{137}Cs в сене многолетних трав по сравнению с вариантом $N_{45}P_{60}K_{45}$ в 1,5-3 раза. Однако полученный корм по содержанию ^{137}Cs не соответствовал нормативу.

Внесение более высокой дозы азота (N_{60}) в составе $P_{60}K_{60}$ (соотношение N:K = 1:1) повышало содержание ^{137}Cs в сене многолетних трав по сравнению с вариантом 6 до уровней, превышающих норматив.

Увеличение доз калия в составе $N_{60}P_{60}$ (соотношение N:K = 1:1,25 и 1:1,5) снижало удельную активность сена многолетних трав на всех видах травостоев до уровней, соответствующих нормативу (400 Бк/кг).

В условиях тяжелого экономического положения сельского хозяйства в России сохранение плодородия почвы представляет определенную проблему. Возделывание многолетних трав в полевых и кормовых севооборотах является одним из основных факторов, которые позволяют не только восста-

новить утраченное плодородие деградированных почв, но и обеспечить животноводство высококачественными питательными кормами.

В результате исследований установлено, что только обработки почвы существенного влияния на показатели плодородия почвы не оказывают (табл. 3).

Через год после закладки опыта на естественном фоне содержание гумуса составляло 3,11-3,14%, на фоне двухъярусной вспашки оно было несколько ниже. Остальные агрохимические показатели почв на этом фоне также имели более низкие значения. Это связано с перемещением на поверхность нижележащих горизонтов почвы, менее обеспеченных гумусом и питательными веществами.

3. Действие агротехнических и агрохимических мероприятий на изменение показателей плодородия почвы в многолетнем злаковом ценозе

Вариант опыта	1995 г.						2007 г.					
	Гумус, %	pH _{KCl}	Нг	S	P ₂ O ₅	K ₂ O	Гумус, %	pH _{KCl}	Нг	S	P ₂ O ₅	K ₂ O
			мг-экв/100 г		мг/кг				мг-экв/100 г		мг/кг	
			<i>Естественный травостой</i>									
Контроль	3,12	5,00	2,9	9,5	121	50	3,19	5,24	2,6	12,2	135	58
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	3,11	5,19	2,8	9,9	131	54	3,22	5,38	2,5	12,5	142	62
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₂₄₀	3,14	5,22	2,8	10,2	135	58	3,21	5,43	2,4	12,5	141	68
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	3,12	5,22	2,8	10,1	148	58	3,23	5,52	2,4	12,1	160	65
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₃₆₀	3,12	5,34	2,6	10,3	144	52	3,23	5,56	2,2	12,3	158	66
<i>Двухъярусная вспашка</i>												
Контроль	2,92	4,71	3,1	9,4	125	58	3,08	5,17	2,8	11,5	133	62
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	3,00	4,87	3,1	9,1	133	61	3,11	5,25	2,6	11,9	141	69
N ₁₂₀ P ₉₀ K ₂₄₀	2,99	4,73	3,0	9,8	130	60	3,10	5,29	2,7	11,9	140	70
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₁₈₀	3,02	4,86	3,1	9,9	136	63	3,09	5,31	2,5	11,8	149	68
N ₁₈₀ P ₁₂₀ K ₃₆₀	3,02	4,90	3,1	9,1	138	63	3,11	5,29	2,6	12,1	148	72

Применение минеральных удобрений не оказало существенного влияния на содержание подвижных форм фосфора и калия в почве на изучаемых фонах.

Через 14 лет после закладки опыта (2007 г.) изменение всех показателей в целом носило позитивный характер. Даже на неудобренном контроле наблюдалась положительная динамика.

Отмечено увеличение содержания гумуса на обоих изучаемых фонах. Минеральные удобрения способствовали некоторому увеличению в почве органического вещества, как на естественном травостое, так и по фону двухъярусной вспашки. Доза минерального удобрения не оказала существенного влияния на этот показатель.

Применение минеральных удобрений снизило обменную и гидролитическую кислотность, несколько увеличило сумму поглощенных оснований. Самое низкое значение pH_{KCl} отмечено на неудобренном контроле по фону двухъярусной вспашки.

Концентрация фосфора и калия в почве при внесении минеральных удобрений была несколько выше по сравнению с неудобренным контролем. Дозы фосфорно-калийных удобрений оказывали влияние на содержание этих элементов в почве, прослеживалась тенденция к увеличению изучаемых показателей. В целом отмечена положительная динамика содержания фосфора и калия в почве.

Наиболее четко положительное влияние возделывания многолетних трав в сочетании с применением минеральных удобрений прослеживалось на фоне двухъярусной вспашки. Сдвиг почвенной реакции в сторону нейтральной на этом фоне варьировал в пределах 0,3-0,56 ед. pH, в то время как на естественном фоне он составил лишь 0,2-0,4 ед. pH. Содержа-

ние гумуса увеличивалось на 0,09-0,15%, а на естественном травостое – на 0,07-0,11%.

Выводы. Проведение только агротехнических мероприятий (коренное улучшение) позволяет незначительно повысить продуктивность кормовых угодий. Гарантированное получение сена первого укоса, соответствующего нормативу, возможно при внесении полного минерального удобрения в дозе N₆₀P₆₀K₇₅ как на естественном, так и на сеяном травостое, на фоне двухъярусной вспашки. Возделывание многолетних трав положительно влияет на плодородие почвы.

Литература

1. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство – стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России. Теория и практика. - М.: Росинформагротех, 2009. – 199 с. 2. Кузцова А.А., Лебедев Д.Н., Раев А.П. Средообразующая роль луговых угодий при освоении залежи в Нечерноземной зоне // Кормопроизводство. – 2006. - № 11. – С. 8-12. 3. Сычев В.Г., Белоус Н.М., Смольский Е.В. Влияние калийных удобрений на содержание ¹³⁷Cs в зеленой массе природных кормовых угодий при поверхностном улучшении // Плодородие. – 2012. – №1. – С. 2-4. 4. Харкевич Л. П. Эффективность способов обработки почвы и агрохимических приемов при производстве кормов на радиоактивно загрязненных сельскохозяйственных угодьях юго-запада России: автореф. дис. ... д-ра с.-х.н. - Брянск, 2011. – 43 с. 5. Маркина З.Н. Прудников П.В., Ковалев Л.А., Новиков А.А. Радиологическая обстановка на почвах сельхозугодий Брянской области и пути получения нормативно чистой продукции // Агрохимический вестник. – 2006. - № 2. - С. 10-11. 6. Алексахин Р.М. Чернобыльская катастрофа и агропромышленное производство (К итогам 10-летних исследований) // Аграрная наука. – 1996. – №3. – С. 5-7. 7. Ветеринарно-санитарные требования к радиационной безопасности кормов, кормовых добавок, сырья кормового. Допустимые уровни содержания радионуклидов ⁹⁰Sr и ¹³⁷Cs. Ветеринарные правила и нормы. ВП 13.5.13/06-01 // Ветеринарная патология. – 2002. – № 4. – С. 44-45.

IMPACT OF AGROTECHNICAL AND AGROCHEMICAL MEASURES ON THE PRODUCTIVITY OF PERENNIAL GRASSES AND THE FERTILITY OF SOIL

L.P. Kharkevich, N.M. Belous, E.V. Smolsky, S.V. Chesalin
Bryansk State Agricultural Academy,

ul. Covetskaya 2a, Kokino, Vygonichi raion, Bryansk oblast, 243365 Russia, E-mail: bgsha@bgsha.com

Results of studies in a long-term stationary experiment have been presented. The effect of mineral fertilizers and soil tillage on the yield and quality of meadow-pasture crops under conditions of technogenic pollution and the dynamics of soil fertility indices in a meadow cenosis has been studied.

Keywords: natural herbage, double-deck plowing, quality indices, ¹³⁷Cs, soil fertility.