

УДК 633.2:631.438

ПРОДУКТИВНОСТЬ ОДНОВИДОВЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ В УСЛОВИЯХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

■ В. Ф. ШАПОВАЛОВ, доктор сельскохозяйственных наук

■ Н. М. БЕЛОУС, доктор сельскохозяйственных наук

■ Г. П. МАЛЯВКО, доктор сельскохозяйственных наук

■ Л. П. ХАРКЕВИЧ, доктор сельскохозяйственных наук

■ О. А. МЕРКЕЛОВ

■ Брянский государственный аграрный университет

243365, Россия, Брянская обл., Выгоничский р-н, с. Кокино, ул. Советская, д. 2а

■ E-mail: sev_84@mail.ru

Экономическая эффективность производства животноводческой продукции в значительной степени определяется качеством кормов, в первую очередь их обеспеченностью протеином. Люцерна изменчивая — бобовая культура, из которой можно заготавливать корма с содержанием белка в соответствии с зоотехнической нормой, в особенности при её возделывании в смешанных посевах со злаковыми травами. В юго-западных областях Центральной России актуальна ещё одна проблема кормопроизводства — выращивание трав в условиях радиоактивного загрязнения. Поступление радионуклидов в корма снижается при использовании калийных удобрений вследствие преимущества ионов калия над ионами цезия в процессе сорбции корневыми системами растений. Нами в 2011–2014 годах на опытном поле Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции ВНИИ люпина было изучено влияние фосфорно-калийного удобрения на формирование урожая люцерны изменчивой в чистых и смешанных посевах (с кострцом безостым и тимофеевкой луговой) на фоне радиоактивного загрязнения. Было установлено, что наиболее высокая урожайность при двух укосах характерна для люцерно-кострецовой смеси (сбор сухого вещества — 11,1 т/га), а получение практически чистого по цезию-137 корма во всех вариантах опыта обеспечивалось внесением фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$.

Ключевые слова: люцерна изменчивая, кострец безостый, тимофеевка луговая, смешанные посевы, радиоактивное загрязнение, цезий-137, фосфорно-калийные удобрения, урожайность.

Дефицит белка в кормах — одна из основных причин их перерасхода на производство единицы животноводческой продукции и роста её себестоимости. Расширение посевов бобовых культур может способствовать получению сбалансированных по белку объёмистых кормов (Косолапов, Трофимов, 2011; Белоус и др., 2012). Одной из таких культур является люцерна изменчивая (*Medicago varia* Mart.), которую возделывают на зелёный корм и на корма для зимнестойлового периода. По засухоустойчивости и жаростойкости она превосходит другие бобовые травы и может сохраняться в посевах 7 лет и более (Лазарев, 2011). Многие исследователи указывают на то, что бобовые травы наиболее полно реализуют свой биологический и почвенно-климатический потенциал в смесях бобовых и злаковых трав, в которых они лучше противостоят болезням и вредителям (Головня, Разумейко, 2012; Храмой, Ивасюк, 2013). Смешанные посевы, как правило, позволяют

заготовить сбалансированный по белку, углеводам и энергии корм с низкой себестоимостью (Лукашев, 2001; Харкевич и др., 2011).

В условиях радиоактивного загрязнения окружающей среды наиболее эффективным приёмом снижения поступления радионуклидов в корма и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур является применение калийных удобрений (Харкевич и др., 2011; Белоус, Шаповалов, 2006; Санжарова и др., 2004; Белоус, 2010). Их высокая эффективность, особенно на дерново-подзолистых песчаных и супесчаных почвах, обусловлена тем, что калий, как правило, содержится в почве в большей концентрации, чем радиоцезий, поэтому последний разбавляется в почвенном растворе ионами калия и при поглощении корневыми системами наблюдается конкуренция ионов ^{137}Cs и K за места сорбции, в результате которой снижается поступление радионуклида в растение (Федоркова и др., 2014; Белоус и др., 2009).

Целью наших исследований являлось изучение влияния фосфорно-калийного удобрения на формирование урожая люцерны изменчивой в чистом виде и в смешанных посевах с мятликовыми травами при двухукосном использовании на радиоактивно загрязнённой дерново-подзолистой песчаной почве.

Методика исследований. Исследования проводили на опытном поле Новозыбковской сельскохозяйственной опытной станции ВНИИ люпина в 2011–2014 годах. Почва опытного участка дерново-подзолистая, песчаная, среднеокультуренная. Мощность пахотного слоя — 20–22 см, содержание в почве гумуса — 1,5–1,7%. Содержание подвижного фосфора и обменного калия (по Кирсанову) — 155–180 и 80–20 мг на 1 кг почвы соответственно, pH_{KCl} — 5,5–5,8. Плотность загрязнения почвы цезием-137 в среднем составляла 237 кБк/м².

Повторность опыта трёхкратная, размещение вариантов систематическое. Площадь учётной делянки 30 м². Высеивали следующие сорта: люцерна изменчивая (*Medicago varia* Mart.) сорта Сарга, тимфеевка луговая (*Phleum pratense* L.) сорта Марусинская-297, кострец безостый (*Bromopsis inermis*) сорта Моршанский 760. Посев многолетних трав был беспокровным. При двухукосном использовании в первый укос люцерну скашивали в фазе бутонизации-начала цветения, злаковые травы — в фазе выхода в трубку-начала выметывания. Исследования проводили по общепринятым методикам (Доспехов, 1985; Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях, 1985).

Метеорологические условия в годы проведения исследований значительно отличались от средне-многолетних как по температурному режиму, так и по количеству осадков и их распределению по декадам и месяцам вегетационного периода. Наиболее благоприятным по условиям увлажнения и температурному режиму вегетационного периода был 2012 год (ГТК — 1,29). Вегетационные периоды 2011, 2013 и 2014 годов были менее благоприятными для многолетних трав и характеризовались как засушливые во вторую половину вегетации (ГТК — 0,9, 0,94 и 0,9 соответственно).

Результаты исследований. В контрольном варианте в одновидовых посевах по урожайности и общей продуктивности люцерна изменчивая превосходила кострец безостый и тимфеевку луговую (табл. 1). Урожайность зелёной массы и сухого вещества люцерны существенно повышалась при внесении фосфорно-калийного удобрения в последовательно возрастающих дозах, достигая максимального значения при дозе $P_{60}K_{210}$. Урожайность зелёной массы мятликовых трав на фоне возрастающих доз фосфорно-калийного удобрения оказалась значительно ниже урожайности люцерны, поскольку лимитировалась в значительной степени минеральным азотом. Как известно, люцерна свою потребность в минеральном азоте удовлетворяет за счёт симбиотической азотфиксации.

Наиболее высокая урожайность зелёной массы и сухого вещества в опыте получена в смешанных посевах люцерны с мятликовыми травами, где главенствующая роль в формировании урожая принадлежала люцерне. При сравнении уровней урожайности зелёной массы и сухого вещества смешанных посевов более высокую урожайность показала люцерно-кострецовая травосмесь.

Анализ продуктивности посевов многолетних трав свидетельствует о том, что в среднем за годы исследований в одновидовом посеве при двухукосном использовании по сбору сырого протеина, кормовых единиц, обменной энергии, а также обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином явное преимущество имела люцерна по сравнению с мятликовыми травами. Продуктивность смеси люцерны с кострецом безостым в контрольном варианте по выходу сырого протеина на 16,0% превзошла одновидовой посев люцерны изменчивой, а по сбору кормовых единиц — на 13%. Возрастающие дозы фосфорно-калийного удобрения в целом увеличивали сбор сырого протеина, обменной энергии и кормовых единиц как в одновидовых, так и в смешанных посевах многолетних трав. Более высоким уровнем продуктивности выделялась травосмесь люцерны изменчивой с кострецом безостым на фоне фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$. Несколько уступала ей по уровню продуктивности смесь люцерны с тимфеевкой луговой. Так, сбор сырого протеина в варианте с $P_{60}K_{210}$ в зависимости от состава травосмеси составлял 1,087–1,142 т/га, выход обменной энергии — 90,7–93,5 ГДж/га, кормовых единиц — 6,179–6,346 т/га. Смеси люцерны изменчивой с мятликовыми травами увеличивали обеспечение корма переваримым протеином на уровне зоотехнического требования в варианте с дозой фосфорно-калийного удобрения $P_{60}K_{210}$.

В результате лабораторно-аналитических исследований было установлено, что в контрольном варианте удельная активность ¹³⁷Cs в сене из люцерны в первом укосе в среднем за годы исследований была ниже нормативного показателя (400 Бк/кг), во втором — несколько выше (табл. 2). В сене из костреца безостого и тимфеевки луговой в контрольном варианте как в первом укосе, так и во втором уровень удельной активности ¹³⁷Cs был ниже, чем в сене из люцерны изменчивой. В сене из люцерно-кострецовой и люцерно-тимфеечной травосмесей в контрольном варианте уровень удельной активности ¹³⁷Cs превышал значение этого показателя для одновидовых посевов мятликовых трав, однако был ниже нормативного показателя.

Последовательно возрастающие дозы фосфорно-калийного удобрения снижали удельную активность ¹³⁷Cs и в чистых (одновидовых) посевах многолетних трав, и в люцерно-злаковых травосмесях в сравнении с контролем. Наибольшее снижение удельной активности ¹³⁷Cs обеспечило внесение фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$.

1. Продуктивность одновидовых и смешанных посевов многолетних агрофитоценозов при двухукосном использовании (в среднем за 2010–2014 гг.)

Вариант	Травы и травосмесь	Урожайность, т/га		Сырой протеин, т/га	Сбор с 1 га		Обеспеченность корм. ед. переваримым протеином, г
		зелёной массы	сухого вещества		обменной энергии, ГДж/га	корм. ед., т	
Контроль	Люцерна изменчивая	26,8	5,56	0,595	49,5	3,56	99,7
	Кострец безостый	18,9	3,95	0,320	32,7	2,16	76,9
	Тимофеевка луговая	16,4	3,40	0,282	28,3	1,88	77,1
	Люцерна + кострец безостый	34,3	7,26	0,690	63,8	4,42	90,3
	Люцерна + тимофеевка луговая	38,3	5,39	0,501	59,8	4,15	88,2
P ₆₀ K ₁₂₀	Люцерна изменчивая	31,9	6,64	0,624	59,3	4,26	104,3
	Кострец безостый	20,8	4,40	0,365	35,8	2,36	80,4
	Тимофеевка луговая	19,1	4,17	0,345	33,3	2,21	81,5
	Люцерна + кострец безостый	38,8	8,23	0,782	70,7	4,78	94,8
	Люцерна + тимофеевка луговая	37,0	6,27	0,761	73,7	4,68	92,9
P ₆₀ K ₁₅₀	Люцерна изменчивая	34,7	7,51	0,841	67,2	4,77	107,2
	Кострец безостый	23,1	4,89	0,411	40,1	2,62	87,9
	Тимофеевка луговая	21,5	4,61	0,392	38,1	2,48	85,0
	Люцерна + кострец безостый	41,9	9,00	0,892	77,4	5,31	98,3
	Люцерна + тимофеевка луговая	40,6	6,97	0,859	75,8	5,21	96,4
P ₆₀ K ₁₈₀	Люцерна изменчивая	40,3	9,21	1,041	81,8	5,81	110,6
	Кострец безостый	24,5	5,24	0,451	42,5	2,77	87,3
	Тимофеевка луговая	24,4	5,13	0,436	42,2	2,77	87,5
	Люцерна + кострец безостый	43,9	9,89	0,989	84,1	5,73	101,2
	Люцерна + тимофеевка луговая	43,3	7,88	0,661	82,6	5,63	99,5
P ₆₀ K ₂₁₀	Люцерна изменчивая	43,3	10,36	1,181	92,1	6,48	112,2
	Кострец безостый	26,3	5,73	0,498	47,4	3,03	90,3
	Тимофеевка луговая	25,6	5,61	0,499	46,0	3,02	91,6
	Люцерна + кострец безостый	46,9	11,10	1,142	93,5	6,35	103,1
	Люцерна + тимофеевка луговая	46,3	10,66	1,087	90,7	6,18	102,2

2. Удельная активность ¹³⁷Cs в сене из многолетних трав, Бк/кг (в среднем за 2011–2014 гг.)

Вариант	Люцерна изменчивая		Кострец безостый		Тимофеевка луговая		Люцерна + кострец безостый		Люцерна + тимофеевка луговая	
	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос	1-й укос	2-й укос
Контроль	364	407	226	286	217	261	304	325	295	286
P ₆₀ K ₁₂₀	205	287	117	155	103	111	194	199	203	211
P ₆₀ K ₁₅₀	178	205	85	103	189	93	115	150	98	123
P ₆₀ K ₁₈₀	128	155	76	77	81	85	75	106	66	83
P ₆₀ K ₂₁₀	93	113	62	48	64	73	67	92	7	72

Примечание: допустимый уровень концентрации ¹³⁷Cs согласно ветеринарно-санитарным требованиям ВП–13.5.13/06-01 — 400 Бк/кг.

Заключение. На дерново-подзолистой песчаной почве юго-западных областей Центрального региона одновидовой посев люцерны изменчивой на фоне фосфорно-калийного удобрения в дозе P₆₀K₂₁₀ в среднем за 4 года превышал одновидовые посевы костреца безостого и тимофеевки луговой по урожайности сухого вещества на 44,7 и 45,8%

соответственно. Наиболее высокую продуктивность при двухукосном использовании обеспечили смешанные посевы люцерны изменчивой с кострецом безостым и тимофеевкой луговой, при этом максимальную урожайность сухого вещества формировала люцерно-кострецовая травосмесь — 11,1 т/га. В смешанных посевах люцерны с мятлико-

выми травами обеспеченность кормовой единицы перевариваемым протеином приближалась к зоотехнической норме. Установлено, что гарантированное получение нормативно-чистого по содержа-

нию цезия-137 корма на основе люцерны изменчивой, костреца безостого, тимофеевки луговой и их смесей обеспечило применение фосфорно-калийного удобрения в дозе $P_{60}K_{210}$.

Литература

1. Белоус И. Н. Продуктивность и качество одновидовых посевов многолетних трав в зависимости от уровня минерального питания / И. Н. Белоус, Е. В. Смольский, В. Ф. Шаповалов // Вестник БГСХА. — 2012. — № 4. — С.29–33.
2. Влияние длительного комплексного применения удобрений и агротехнических приёмов на размеры накопления ^{137}Cs урожаем сельскохозяйственных культур в отдалённый период после аварии на ЧАЭС / Н. М. Белоус, Г. П. Малявко, В. Ф. Шаповалов, В. В. Талызин, П. В. Прудников // Проблемы агрохимии и экологии. — 2009. — № 1. — С.25–31.
3. Влияние минеральных удобрений и приёмов поверхностного улучшения почвы на урожай и качество зелёной массы многолетних трав / Н. М. Белоус, Л. П. Харкевич, В. Ф. Шаповалов, Е. А. Кротова // Кормопроизводство. — 2010. — № 4. — С.15–18.
4. Белоус Н. М. Продуктивность пашни и реабилитация песчаных почв / Н. М. Белоус, В. Ф. Шаповалов. — Брянск: Изд-во БГСХА, 2006. — 432 с.
5. Головня А. И. Сравнительная кормовая продуктивность бобовых трав и их смесей со злаковыми в экспериментальных погодных условиях / А. И. Головня, Н. И. Разумейко // Кормопроизводство. — 2012. — № 4. — С.10–12.
6. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. — М.: Агропромиздат, 1985. — 351 с.
7. Косолапов В. М. Проблемы и перспективы развития кормопроизводства / В. М. Косолапов, И. А. Трофимов // Кормопроизводство. — 2011. — № 2. — С.4–7.
8. Лазарев Н. Н. Урожайность люцерно-тимофеечных травосмесей в зависимости от способов обработки почвы, известкования и кратности скашивания / Н. Н. Лазарев, Е. М. Куренкова, А. Н. Садовский // Кормопроизводство. — 2011. — № 3. — С.16–18.
9. Лукашев В. Н. Роль многолетних бобовых трав в системе кормопроизводства / В. Н. Лукашев // Кормопроизводство. — 2001. — № 6. — С.18–22.
10. Методические указания по определению естественных радионуклидов в почвах и растениях. — М.: Колос, 1985. — 112 с.
11. Переход ^{137}Cs в растения из дерново-подзолистой почвы в зависимости от доз калия и степени его подвижности / Н. И. Санжарова, Н. В. Белова, П. И. Юриков и др. // Агрохимия. — 2004. — № 7. — С.58–66.
12. Эффективность применения систем удобрения на радиоактивно загрязнённой дерново-подзолистой песчаной почве / М. В. Федоркова, Н. В. Белова, Е. П. Пахненко, В. Ф. Шаповалов, Н. В. Андреева // Агрохимия. — 2014. — № 11. — С.74–81.
13. Харкевич Л. П. Реабилитация радиоактивно загрязнённых сенокосов и пастбищ: монография / Л. П. Харкевич, И. Н. Белоус, Ю. А. Анишина. — Брянск, 2011. — 211 с.
14. Храмой В. К. Продуктивность люцерны изменчивой в чистом виде и смешанных посевах при двух- и трёхукосном использовании / В. К. Храмой, Е. В. Ивасюк // Кормопроизводство. — 2013. — № 3. — С.14–15.

References

1. Belous I. N. Produktivnost i kachestvo odnovidovykh posevov mnogoletnikh trav v zavisimosti ot urovnya mineralnogo pitaniya / I. N. Belous, E. V. Smolskiy, V. F. Shapovalov // Vestnik BGSKhA. — 2012. — No. 4. — P. 29–33.
2. Vliyanie dlitel'nogo kompleksnogo primeneniya udobreniy i agrotekhnicheskikh priemov na razmery nakopleniya ^{137}Cs urozhayem selskokhozyaystvennykh kultur v otdalenniy period posle avarii na ChAES / N. M. Belous, G. P. Malyavko, V. F. Shapovalov, V. V. Talyzin, P. V. Prudnikov // Problemy agrokhimii i ekologii. — 2009. — No. 1. — P. 25–31.
3. Vliyanie mineralnykh udobreniy i priemov poverkhnostnogo uluchsheniya pochvy na urozhay i kachestvo zelenoy massy mnogoletnikh trav / N. M. Belous, L. P. Kharkevich, V. F. Shapovalov, E. A. Krotova // Kormoproizvodstvo. — 2010. — No. 4. — P. 15–18.
4. Belous N. M. Produktivnost pashni i reabilitatsiya peschanykh pochv / N. M. Belous, V. F. Shapovalov. — Bryansk: Izd-vo BGSKhA, 2006. — 432 p.
5. Golovnya A. I. Sravnitel'naya kormovaya produktivnost bobovykh trav i ikh smesey so zlakovymi v eksperimentalnykh pogodnykh usloviyakh / A. I. Golovnya, N. I. Razumeyko // Kormoproizvodstvo. — 2012. — No. 4. — P. 10–12.
6. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta / B. A. Dospekhov. — Moscow: Agropromizdat, 1985. — 351 p.
7. Effektivnost primeneniya sistem udobreniya na radioaktivno zagryaznennoy dernovo-podzolistoy peschanoy pochve / M. V. Fedorkova, N. V. Belova, E. P. Pakhnenko, V. F. Shapovalov, N. V. Andreeva // Agrokhiimiya. — 2014. — No. 11. — P. 74–81.
8. Kharkevich L. P. Reabilitatsiya radioaktivno zagryaznennykh senokosov i pastbishts: monografiya / L. P. Kharkevich, I. N. Belous, Yu. A. Anishina. — Bryansk, 2011. — 211 p.
9. Khramoy V. K. Produktivnost lyutserny izmenchivoy v chistom vide i smeshannykh posevakh pri dvukh- i trekhukosnom ispol'zovanii / V. K. Khramoy, E. V. Ivasyuk // Kormoproizvodstvo. — 2013. — No. 3. — P. 14–15.
10. Kosolapov V. M. Problemy i perspektivy razvitiya kormoproizvodstva / V. M. Kosolapov, I. A. Trofimov // Kormoproizvodstvo. — 2011. — No. 2. — P. 4–7.
11. Lazarev N. N. Urozhaynost lyutserno-timofechnykh travosmesey v zavisimosti ot sposobov obrabotki pochvy, izvestkovaniya i kratnosti skashivaniya / N. N. Lazarev, E. M. Kurenkova, A. N. Sadovskiy // Kormoproizvodstvo. — 2011. — No. 3. — P. 16–18.
12. Lukashev V. N. Rol mnogoletnikh bobovykh trav v sisteme kormoproizvodstva / V. N. Lukashev // Kormoproizvodstvo. — 2001. — No. 6. — P. 18–22.
13. Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu estesstvennykh radionuklidov v pochvakh i rasteniyakh. — Moscow: Kolos, 1985. — 112 p.
14. Perekhod ^{137}Cs v rasteniya iz dernovo-podzolistoy pochvy v zavisimosti ot doz kaliya i stepeni ego podvizhnosti / N. I. Sanzharova, N. V. Belova, P. I. Yurikov et al. // Agrokhiimiya. — 2004. — No. 7. — P. 58–66.