

его уровень составил 10,0–10,1 % в сухом веществе, а в фазу выметывания – 9,2–9,6 %.

Сбор переваримого протеина зависел, в первую очередь, от урожайности и его содержания в зеленой массе. Одноукосное использование африканского проса обеспечило сбор переваримого протеина при втором сроке сева 8,9 ц/га, что на 1,1 ц/га больше, чем при первом сроке. При двухукосном использовании как при первом, так и при втором сроках сева, сбор переваримого протеина находился в пределах 3,2–3,3 ц/га.

Обеспеченность переваримым протеином кормовой единицы зеленой массы африканского проса, используемого одноукосно, была ниже по сравнению с двухукосным использованием. Независимо от сроков сева этот показатель составил 79 г. При двухукосном использовании он составил в первом варианте 81 г, во втором – 87 г, максимальным (93 г) он был во втором варианте второго срока сева.

Выводы

Возделывание африканского проса в почвенно-климатических условиях северного региона Республики

Беларусь возможно. Лучше высевать просо во вторую декаду мая при одноукосном использовании в качестве сырья для заготовки силоса. Способность африканского проса отрастать и формировать два укоса за год в поздние сроки сева делают его ценной кормовой культурой для посева весной после уборки озимых промежуточных культур.

Литература

1. Ганущенко, О. Ф. Современные подходы к приготовлению кормов : учебное пособие / О. Ф. Ганущенко, Н. Н. Зенькова, Т. М. Шлома, И. В. Ковалёва. – Москва : РУСАЙНС, 2021. – 416 с.
2. Гуринович, В. И. Просо африканское *Pennisetum glaucum* (L) R.BR – новая культура в земледелии центральной России / В. И. Гуринович, В. И. Зотиков, В. С. Сидоренко // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – Орел. – 2020. – №2 (34). – С.64–70.
3. Зенькова, Н. Н. Продуктивность и кормовые достоинства просо-сорговых культур / Н. Н. Зенькова, Т. Н. Шлома // *Ученые записки учреждения образования Витебская орден Знак почета государственная академия ветеринарной медицины*. – 2010. – Т. 46. – № 1-2. – С. 127–133.
4. Урожайность африканского проса в зависимости от агротехнических мероприятий в сухостепной зоне северного Казахстана / Н. К. Муханов [и др.] // *Зернобобовые и крупяные культуры*. – Орел. – 2018. – №1 (25). – С.98–102.

УДК 633.2/3:631.82:631.559(476)

Эффективность применения удобрений при возделывании многолетних трав

А. Г. Ганусевич, Г. А. Гесть, кандидаты с.-х. наук
Гродненский государственный аграрный университет

(Дата поступления статьи в редакцию 31.05.2023)

Внесение перед посевом многолетних трав минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{50}K_{90}$ и медно-, марганцево- и молибденсодержащих микроудобрений, а после второго укоса $N_{60}K_{50}$ способствовало увеличению продуктивности многолетних трав второго года пользования (третий год жизни), представленных злаковой смесью, на 76,2, бобово-злаковой – на 34,5 ц к. ед. по сравнению с контрольным вариантом. Применение изучаемых доз удобрений под многолетние травы третьего года пользования (четвертый год жизни) повысило продуктивность многолетних трав на 55,0 и 33,8 ц к.ед. соответственно. При этом увеличился выход с 1 га кормовых единиц на 36 ц, кормо-протеиновых – на 35,6 ц. Себестоимость 1 ц повысилась соответственно на 4,0 и 3,9 руб. Биоэнергетический коэффициент составил 6,9.

The application of mineral fertilizers in the amount of $N_{60}P_{50}K_{90}$ and copper-, manganese- and molybdenum-containing microfertilizers before sowing perennial grasses, and after the second mowing $N_{60}K_{50}$, contributed to an increase in the productivity of perennial grasses of the second year of use (the third year of life), represented by a cereal mixture, by 76.2, legumes – cereal – by 34.5 centners per unit compared to the control variant. The use of these doses of fertilizers for perennial grasses of the third year of use (fourth year of life) increased the productivity of perennial grasses by 55.0 and 33.8 c.u., respectively. At the same time, the yield from 1 ha of fodder units increased by 36 centners, of feed-protein ones – by 35.6 centners. The cost of 1 q increased by 4.0 and 3.9 rubles, respectively. The bioenergetic coefficient was 6.9.

Введение

Кормопроизводство – это отрасль сельскохозяйственных предприятий Беларуси, призванная обеспечивать в достаточном количестве животноводство дешевыми и полноценными кормами собственного производства. Для производства грубых, сочных и зеленых кормов в республике используется 80–85 % сельскохозяйственных угодий, а затраты на них при производстве продукции составляют 50–60 %.

К организации кормопроизводства предъявляются следующие требования:

- круглогодичное обеспечение поголовья предприятий кормами собственного производства;
- минимальные затраты труда и средств на производство, приготовление к скармливанию и раздачу кормов;
- рациональное сочетание полевого и лугопастбищного кормопроизводства;
- полное использование природных кормовых угодий;

– наличие собственного семенного материала и страхового запаса кормов.

Корма должны быть удобными для транспортировки, полностью механизированы все операции по их заготовке, хранению и раздаче.

Основными показателями развития кормопроизводства на 2021–2025 гг. по Государственной программе «Аграрный бизнес» являются:

– обеспечение общественного поголовья крупного рогатого скота высокоэнергетическими, сбалансированными кормами путем производства ежегодно не менее 45 % к. ед. на условную голову, из них травяных кормов – не менее 38 %;

– заготовка сенажа в полимерной пленке ежегодно на уровне не менее 9 % от общего объема заготовки;

– увеличение к концу 2025 г. площади посевов многолетних трав до 1 млн га, из которых доля бобовых и бобово-злаковых трав должна составлять до 90 %;

– перезалужение лугопастбищных угодий, из которых доля бобовых и бобово-злаковых трав должна составлять не менее 50 %;

– повышение продуктивности кормовых угодий;

– обеспечение не менее 70 % потребности отрасли животноводства в собственном растительном белке [2, 6].

При широком разнообразии кормов большое значение имеет использование многолетних трав для приготовления сена, силоса, сенажа и зеленого корма. Необходимо в этом случае обоснованно подбирать для возделывания кормовых культур участки земли, контролировать продолжительность использования трав, правильно составлять травосмеси, а также вносить достаточное количество органических и минеральных удобрений [4].

Цель работы – обоснование применения удобрений с добавками микроудобрений при возделывании многолетних злаковых и бобово-злаковых трав.

Материал и методика исследований

Исследования проводили в 2019–2020 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве опытного поля УО СПК «Путришки» Гродненского района, расположенного в д. Зарица. Общая площадь делянки в полевых опытах составляла 48 м², учётная площадь – 35 м². Повторность 4-кратная с последовательным чередованием вариантов.

Агрохимические показатели пахотного горизонта дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы, подстилаемой с глубины 0,6–0,7 м моренным суглинком, следующие: рН в КСl 5,8–6,0, гумус 1,76–1,84 %, содержание подвижного фосфора 228–246 мг/кг, обменного калия 168–182 мг/кг почвы.

Исследования проводили с многолетними злаковыми и бобово-злаковыми травосмесями. В злаковую смесь входили кострец безостый, овсяница луговая и тимофеевка, соотношение компонентов которой 3,5; 3,4 и 7,5 млн всхожих семян на 1 га соответственно. Бобово-злаковая смесь состояла из овсяницы луговой, овсяницы красной, тимофеевки, фестулолиума, клевера лугового и люцерны посевной, количество семян в которой составляло 3,4; 3,4; 7,5; 0,7; 2,8; 5,0 млн/га. В первый год жизни многолетние травосмеси не использовали, так как растения укоренялись, происходил их рост для накопления биологической массы в будущем.

Схема опыта представлена в таблице 1. В опыте изучали дозы, формы и соотношения карбамидно-аммиачной смеси (КАС), аммонизированного суперфосфата, хлористого калия и микроудобрений, содержащих медь, марганец и молибден. В основное внесение, то есть перед перезалужением, применяли фосфорные и калийные удобрения. При подкормке многолетних трав вносили различные дозы КАС, аммонизированного суперфосфата и хлористого калия. В первом варианте опыта удобрения не вносили (контрольный вариант).

Урожайность зеленой массы многолетних трав по вариантам опыта учитывали путем скашивания вручную учетной площади делянки с последующим взвешиванием полученной продукции. Содержание кормовых единиц рассчитывали путем умножения урожайности зеленой массы трав на переводной коэффициент 0,21 [5].

Расчет экономической и энергетической эффективности применения удобрений в посевах многолетних трав проводили на основании технологических карт возделывания культур. В опытах применяли балансовый и монографический методы, а также отдельные приемы экономико-статистического метода [1].

Результаты исследований и их обсуждение

Установлено, что при трехкусном использовании многолетних трав злаковой травосмеси второго года пользования (третий год жизни), самая низкая урожайность их была в контрольном варианте – 125 ц/га, бобово-злаковой смеси – 262 ц/га. При такой урожайности выход кормовых единиц составил 26,3 и 55 ц соответственно (таблица 1).

Во втором и третьем вариантах, где перед посевом и во время вегетации многолетних трав вносилось расчетное количество удобрений, урожайность трав увеличилась до 429–446 и 366–403 ц/га. При этом выход кормовых единиц с 1 га увеличился до 90,1–93,7 и 76,6–84,6 ц.

В четвертом и пятом вариантах при добавлении к минеральным удобрениям микроудобрений урожайность злаковой смеси составила 455–488 ц/га, злаково-бобовой – 388–425 ц/га. При этом увеличился выход кормовых единиц с 1 га по сравнению с контрольным вариантом на 69,3–76,2 и 26,5–34,5 ц.

Лучшим в исследованиях оказался вариант, где вносились N₆₀P₅₀K₉₀ с добавлением Cu, Mn, Mo и N₆₀K₅₀. Выход кормовых единиц увеличился по сравнению с контрольным вариантом на 76,2 и 34,5 ц соответственно.

В третий год пользования (четвертый год жизни) многолетних трав урожайность их оказалась ниже по сравнению со вторым годом использования (таблица 2). При этом, наоборот, урожайность бобово-злаковой смеси была выше злаковой смеси. Самая низкая урожайность многолетних трав была в контрольном варианте – 181 и 233 ц/га. Соответственно ниже оказался выход кормовых единиц (38 и 48,9 ц). С применением тех же доз удобрений урожайность многолетних трав и продуктивность их увеличивались. Самые высокие показатели продуктивности многолетних трав отмечены в варианте, где вносили N₆₀P₅₀K₉₀ с добавлением микроудобрений с медью, марганцем, молибденом и N₆₀K₅₀. Урожайность составила 443 и 394 ц/га, а продуктивность – 93 и 82,7 ц к. ед.

Таблица 1 – Влияние удобрений на продуктивность многолетних трав второго года использования (третий год жизни) 3 укоса

Вариант	Злаковая травосмесь			Бобово-злаковая травосмесь		
	урожайность зеленой массы, ц/га	продуктивность, ц/к.ед.	± к контролю	урожайность зеленой массы, ц/га	продуктивность, ц/к.ед.	± к контролю
1. Контроль (без удобрений)	125	26,3	–	262	55,0	–
2. P ₂₅ K ₇₀ + N ₄₅ (первый укос) + N ₄₅ K ₇₀ (второй укос)	429	90,1	+63,8	366	76,6	+21,6
3. P ₅₀ K ₉₀ + N ₆₀ (первый укос) + N ₆₀ K ₅₀ (второй укос)	446	93,7	+67,4	403	84,6	+29,6
4. N ₄₅ P ₂₅ K ₇₀ +Cu, Mn, Mo(первый укос) + N ₄₅ K ₇₀ (второй укос)	455	95,6	+69,3	388	81,5	+26,5
5. N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ +Cu, Mn, Mo(первый укос) + N ₆₀ K ₅₀ (второй укос)	488	102,5	+76,2	425	89,5	+34,5

Таблица 2 – Влияние удобрений на продуктивность многолетних трав третьего года пользования (четвертый год жизни), 3 укоса

Вариант	Злаковая травосмесь			Бобово-злаковая травосмесь		
	урожайность зеленой массы, ц/га	продуктивность, ц/к.ед.	± к контролю	урожайность зеленой массы, ц/га	продуктивность, ц/к.ед.	± к контролю
1. Контроль (без удобрений)	181	38,0	–	233	48,9	–
2. P ₂₅ K ₇₀ + N ₄₅ (первый укос) + N ₄₅ K ₇₀ (второй укос)	368	77,3	+39,3	293	61,5	+12,6
3. P ₅₀ K ₉₀ + N ₆₀ (первый укос) + N ₆₀ K ₅₀ (второй укос)	401	84,2	+46,2	322	67,6	+18,7
4. N ₄₅ P ₂₅ K ₇₀ + Cu, Mn, Mo(первый укос) + N ₄₅ K ₇₀ (второй укос)	388	81,5	+43,5	335	70,4	+21,5
5. N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + Cu, Mn, Mo(первый укос) + N ₆₀ K ₅₀ (второй укос)	443	93,0	+55,0	394	82,7	+33,8

При производстве травяных кормов оценивается экономическая эффективность применения различных форм удобрений и микроудобрений под многолетние травы. Для этих целей используют следующие показатели: урожайность многолетних трав, выход с 1 га и себестоимость 1 ц продукции, кормовых и кормо-протеиновых единиц, производственные затраты на 1 га [3].

В среднем за два года исследований установлено (таблица 3), что в контрольном варианте имели место самые низкие производственные затраты (611 руб./га), себестоимость 1 ц продукции (2,49 руб.), себестоимость 1 ц кормовых и кормо-протеиновых единиц (11,86 и

11,3 руб.). В связи с затратами на приобретение, транспортировку, внесение минеральных удобрений, а также на доработку дополнительной продукции (сенажа) увеличиваются общие производственные затраты на 508–763 руб./га. Также увеличивается себестоимость 1 ц продукции на 1,1–0,7 руб., себестоимость 1 ц к. ед. на 4,14–4,86 руб. и себестоимость 1 ц КПЕ на 3,9–4,7 руб. Положительным при этом является снижение этих показателей от второго варианта к пятому (за исключением четвертого – применение различных доз удобрений). Также наблюдается увеличение выхода с 1 га на 17,2–34,0 ц кормовых и 18,0–35,6 ц кормо-протеиновых единиц по сравнению с контрольным вариантом.

Таблица 3 – Экономическая эффективность производства многолетних трав второго и третьего года пользования (третий и четвертый год жизни)

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га	Выход с 1 га к.ед., ц	Выход с 1 га КПЕ, ц	Производственные затраты на 1 га, руб.	Себестоимость 1 ц продукции, руб.	Себестоимость 1 ц к. ед., руб.	Себестоимость 1 ц КПЕ, руб.
1. Контроль (без удобрений)	248	52,1	54,6	611	2,49	11,86	11,3
2. P ₂₅ K ₇₀ + N ₄₅ (первый укос) + N ₄₅ K ₇₀ (второй укос)	330	69,3	72,6	1119	3,39	16,14	15,4
3. P ₅₀ K ₉₀ + N ₆₀ (первый укос) + N ₆₀ K ₅₀ (второй укос)	363	76,2	79,8	1219	3,36	16,0	15,3
4. N ₄₅ P ₂₅ K ₇₀ +Cu, Mn, Mo(первый укос) + N ₄₅ K ₇₀ (второй укос)	362	76,0	79,6	1271	3,51	16,72	16,0
5. N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ +Cu, Mn, Mo(первый укос) + N ₆₀ K ₅₀ (второй укос)	410	86,1	90,2	1374	3,35	15,96	15,2

Нестабильность цен на продукцию растениеводства при переходе к рыночной экономике предполагает необходимость расчета энергетической эффективности применяемых мероприятий, где все показатели выражаются в энергетическом эквиваленте – мегаджоулях (МДж). Энергетическая оценка рассматривает все затраты материальных, энергетических и трудовых ресурсов в производственных процессах как резуль-

тат затрат механической, электрической и тепловой энергии.

Энергетическая оценка применения минеральных удобрений и микроэлементов при возделывании многолетних трав проводилась на основании технологической карты и расчетов, представленных в таблице 4. При этом рассчитывались прямые энергетические затраты по каждому варианту опыта.

Таблица 4 – Биоэнергетическая оценка применения удобрений в посевах многолетних трав второго и третьего года пользования (третий и четвертый год жизни)

Вариант	Урожайность зеленой массы, ц/га	Затраты энергии, МДж/га	Содержание энергии в 1 ц, МДж	Выход энергии с 1 га, МДж	БЭК*
1. Контроль (без удобрений)	248	14286	367	91019	6,4
2. P ₂₅ K ₇₀ + N ₄₅ (первый укос) + N ₄₅ K ₇₀ (второй укос)	330	18478	367	121110	6,6
3. P ₅₀ K ₉₀ + N ₆₀ (первый укос) + N ₆₀ K ₅₀ (второй укос)	363	19980	367	133221	6,7
4. N ₄₅ P ₂₅ K ₇₀ + Cu, Mn, Mo (первый укос) + N ₄₅ K ₇₀ (второй укос)	362	20289	367	133854	6,6
5. N ₆₀ P ₅₀ K ₉₀ + Cu, Mn, Mo (первый укос) + N ₆₀ K ₅₀ (второй укос)	410	21956	367	150470	6,9

Примечание – *Биоэнергетический коэффициент.

Установлено, что самые высокие затраты энергии (20289–21956 МДж/га) были в четвертом и пятом вариантах, где при основном внесении применялись научно обоснованные дозы азотных, фосфорных и калийных удобрений совместно с микроудобрениями, содержащими медь, марганец и молибден. При этом в данных вариантах отмечен самый высокий выход энергии с 1 га – 133854–150470 МДж. Биоэнергетический коэффициент (БЭК) составил 6,6–6,9 ед.

В контрольном варианте затраты энергии составили 14286 МДж/га, выход энергии с 1 га 91019 МДж, а биоэнергетический коэффициент 6,4 ед.

Лучшим является вариант, где перед посевом многолетних трав вносили N₆₀P₅₀K₉₀ + Cu, Mn, Mo и N₆₀K₅₀ после второго укоса (БЭК 6,9).

Расчет экономической и энергетической эффективности производства многолетних трав показал превосходство пятого варианта опыта по сравнению с предыдущими четырьмя.

Заключение

Внесение перед посевом многолетних трав N₆₀P₅₀K₉₀ + Cu, Mn, Mo и N₆₀K₅₀ способствовало увеличению продуктивности многолетних трав второго года пользования (третий год жизни) на 76,2, представлен-

ных злаковой смесью, и на 34,5 ц к. ед. – бобово-злаковой смесью.

По многолетним травам третьего года пользования (четвертый год жизни) этот показатель составил, соответственно, 55,0 и 33,8 ц к. ед. Выход с 1 га КПЕ увеличился на 35,6 ц, а себестоимость 1 ц КПЕ повысилась только на 3,9 руб. Биоэнергетический коэффициент оказался самым высоким и составил 6,9 ед.

Литература

1. Геть, Г. А. Примерные технологические карты возделывания полевых культур // Г. А. Геть, Д. М. Мирский. – Гродно, 2021. – С. 8.
2. Дегтяревич, И. И. Организация производства: учебное пособие / И. И. Дегтяревич. – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 147–150.
3. Дудук, А. А. Оценка эффективности технологических операций, агроприемов и технологий в земледелии / А. А. Дудук, В. М. Кожан, А. В. Линкевич. – Гродно: ГГСХИ, 1996. – С. 1–13.
4. Система применения удобрений: уч. пособие / В. В. Лапа [и др.]; под науч. ред. В. В. Лапа. – Гродно, 2011. – С. 206–216.
5. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / Нац. Акад. Наук; институт экономики – центр аграрной экономики; под ред. В. Г. Гусакова; сост. Я. Н. Бречко, М. Е. Сумонов. – Минск: Бел. наука, 2006. – С. 157–171.
6. Яковчик, Н. С. Организация сельскохозяйственного производства: учеб. пособие / Н. С. Яковчик, Н. Н. Котковец, П. И. Малихторович; под общ. ред. проф. Н. С. Яковчика. – Минск, 2016. – С. 405–407.