



Анатолий ЛОПАТНЮК¹, Петр ТИВО²,

Людмила ЛОПАТНЮК³

¹*Институт системных исследований в АПК НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: agreconst@mail.belpak.by*

²*Институт мелиорации НАН Беларуси,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: niimel@mail.ru*

³*Белорусский государственный аграрный
технический университет,
Минск, Республика Беларусь
e-mail: timteremok@mail.ru*

УДК 636.085:631.174

<https://doi.org/10.29235/1818-9806-2022-6-68-85>

Устойчивость полевого и лугопастбищного кормопроизводства в условиях дефицита средств химизации земледелия: системный подход

Обоснован системный подход к обеспечению устойчивости полевого и лугопастбищного кормопроизводства. Дана сравнительная оценка отдельных видов кормовых культур для выбора наиболее эффективных источников производства кормов при недостатке средств химизации земледелия.

Показаны основные направления обеспечения стабильности при производстве кормов общественного животноводства, улучшения качественных составляющих кормовых культур, особенно по содержанию протеина и сахара.

Дана экономическая оценка эффективности производства кормов в зависимости от организационных, технологических и экономических факторов.

Ключевые слова: кормопроизводство, устойчивость, эффективность, дефицит средств химизации, бобовые и злаковые многолетние травы, кормовые компоненты.

© Лопатнюк А., Тиво П., Лопатнюк Л., 2022

Anatoly LOPATNYUK¹, Petr TIVO², Ludmila LOPATNYUK³

¹*Institute of System Researches in Agroindustrial Complex
of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: agrecinst@mail.belpak.by*

²*Institute of Land Reclamation
of the National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: niimel@mail.ru*

³*Belarusian State Agrarian Technical University,
Minsk, Republic of Belarus
e-mail: timteremok@mail.ru*

Sustainability of field and grassland fodder production amid a shortage of chemicals of agriculture: a systematic approach

A systematic approach to ensuring the stability of field and grassland feed production is justified. A comparative assessment of individual types of forage crops is given to select the most effective sources of forage production in the absence of a shortage of chemicals of agricultural.

The main directions for ensuring stability in the production of public livestock feed, improving the quality components of feed crops, especially in terms of protein and sugar content, are shown.

An economic assessment of the efficiency of feed production was given depending on organizational, technological and economic factors.

Keywords: fodder production, sustainability, efficiency, shortage of chemicals, legumes and grasses, feed components.

Введение

Как показывает практика производства качественных кормов для общественного животноводства, в отдельных регионах Беларуси ситуация остается неудовлетворительной, особенно в полевом и лугопастбищном кормопроизводстве. Это приводит к удорожанию продукции животноводства (молока и мяса).

Создание устойчивого производства кормов для общественного животноводства требует разработки специализированных приемов земледелия, применения ресурсосберегающей технологии возделывания кормовых культур с минимальными затратами энергии и материальных средств на получение продукции.

С учетом экологической ситуации и мирового опыта развитие отрасли кормопроизводства в Беларуси должно базироваться на стратегии адаптивной интенсификации, которая характеризуется биологизацией и экологизацией интенсификационных процессов. В условиях, когда эффективность и прибыльность становятся ключевыми показателями оценки вложенных средств и труда, производство кормов должно основываться на окупаемости ресурсов, рационализации кормопроизводства по направлениям и объемам получения продукции животноводства. Поэтому одними из приоритетных тенденций в области кормо-

производства являются обоснование и разработка комплексных, адаптивных, энергосберегающих, экологически безопасных систем землепользования, обеспечивающих продуктивность пашни 70–85 ц/га, луговых угодий – 40–50 ц/га в переводе на кормовые единицы, снижение энергозатрат на 15–20 %. Внедрить это практически невозможно без совершенствования методов производства кормов на пашне и лугопастбищных угодьях при дефиците средств химизации земледелия.

Материалы и методы

В исследовании были использованы научные труды теории и практики отечественных и зарубежных ученых. Применялись следующие методы: абстрактно-логический, аналитический, монографический, экспертных оценок, а также общепринятые методы при определении водно-физических и агрохимических свойств почв.

Основная часть

Проблема устойчивости кормопроизводства, в которой переплетены многочисленные природно-климатические, экономические, организационные, технические и другие условия и факторы функционирования сельскохозяйственных организаций, сложна и многогранна.

Сельское хозяйство Беларуси ориентировано на производство животноводческой продукции, в первую очередь молока и мяса. Однако современный уровень развития кормовой базы отстает от потребностей отрасли. При годовой норме 40–45 ц к. ед. на одну условную голову скота фактически скармливают не более 30–35 ц к. ед. Обеспеченность переваримым протеином в кормах стойлового периода составляет 80–85 % потребности и в расчете на кормовую единицу – не более 95 г при минимальной норме не менее 105–110 г. Это приводит к тому, что генетический потенциал продуктивности молочного стада реализуется только на 50–55 %, молодняка крупного рогатого скота – на 55–60 % [1]. Поэтому дальнейшее повышение продуктивности животноводства невозможно без устойчивости полевого и лугопастбищного кормопроизводства. К ее основным условиям и факторам можно отнести:

рационализацию в кормопроизводстве по направлениям и объемам получения продукции животноводства;

обеспечение материально-финансовыми ресурсами в рамках принятых правительством страны программ;

постоянную ротацию (сортосмена и сортообновление) кормовых культур;

совершенствование технологий ведения полевого кормопроизводства и повышения продуктивности природных кормовых угодий.

Наибольший эффект устойчивости кормопроизводства достигается тогда, когда все факторы, влияющие на увеличение продуктивности и снижение себе-

стоимости продукции, действуют в рациональном сочетании и между ними наблюдается обоснованное экономическое соотношение.

В системе земледелия кормопроизводство должно совершенствоваться с учетом зональных особенностей страны. Наиболее эффективным с экономической и экологической точки зрения представляется использование сельскохозяйственных земель на базе обоснованного возделывания адаптированных к данной местности сельскохозяйственных культур, оптимальных доз органических, минеральных удобрений и средств защиты растений.

Анализ применения средств химизации земледелия в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь показал, что кормовые культуры на протяжении ряда лет обеспечиваются ими по остаточному принципу. Так, в 2015–2020 гг. прослеживалось снижение объемов внесения минеральных удобрений под все сельскохозяйственные культуры (табл. 1).

Таблица 1. Динамика внесения минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь (в пересчете на 100 % питательных веществ, тыс. т)

Минеральные удобрения	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2016–2020 гг. к 2015 г., %	Потребность минеральных удобрений, НРК	Обеспеченность, %
Азотные	405,6	323,2	376,9	376,9	381,5	439,9	93,6	760,0	57,0
Фосфорные	133,5	75,6	76,7	103,6	87,3	99,6	66,3	250,0	40,0
Калийные	484,5	380,2	311,2	358,4	357,4	425,3	75,6	710,0	60,0
Всего	1023,6	777,0	764,9	838,9	826,2	956,7	81,4	1700,0	56,0
На 1 га сельскохозяйственных угодий, кг									
Азотные	60	47	55	55	55	63	91,7	114,2	55,1
Фосфорные	18	10	10	14	12	14	66,7	37,6	37,2
Калийные	70	55	45	52	52	63	76,3	106,6	59,1
Всего	148	112	110	121	120	140	81,5	255,2	54,8

Примечание. Составлена авторами по [2].

В среднем за 2016–2020 гг. к уровню 2015 г. объем применения минеральных удобрений в сельскохозяйственных организациях республики снизился на 18,6 %. На гектар сельхозугодий в среднем внесено 121 кг НРК, что составляет 54,8 % потребности.

Расчеты показывают, что, согласно данным почвенного обследования, среднее содержание подвижного фосфора в пахотных почвах республики составляет 183 мг/кг, калия – 193 мг/кг почвы, гумуса – 2,23 %; показатель кислотности почв PH_{KCl} – 5,9. За счет достигнутого уровня плодородия почв (31,2 балла) можно получить урожайность сельскохозяйственных культур 15,6 ц/га (окупаемость 1 кг НРК 0,5 ц на 1 балло-га). Для достижения средней урожайности кормовых культур 52 ц/га к. ед. необходимо сформировать дополнительную урожайность

за счет органических удобрений 3,0 ц/га (10,2 т/га х 0,3 ц к. ед., т), минеральных удобрений и других приемов – 33,4 ц/га. Такой прирост урожайности может быть получен при внесении 255,2 кг/га д. в. минеральных удобрений при условии обеспечения окупаемости 1 кг НРК не менее 13,0 к. ед. [3, 4]. Практически за последние годы на 1 га площади под кормовые культуры, сенокосы и пастбища вносят 90–100 кг НРК, или в пределах 40–55 % потребности. Это значит, что полевое и лугопастбищное кормопроизводство постоянно функционирует в условиях дефицита средств химизации земледелия, что влияет на их размещение и долю в структуре сельскохозяйственных угодий.

Исследования показали, что за последние годы произошло незначительное увеличение посевных площадей кормовых культур, всего лишь на 3,6 %. Прирост обеспечен за счет увеличения посевов многолетних трав на 13 %, кукурузы на зеленый корм и силос – на 22,7 % при снижении посевов однолетних трав – на 25 % и сенокосов на 1,3 % (табл. 2).

Таблица 2. Оценка эффективности производства кормовых культур в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь, 2016–2020 гг.

Показатель	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	В среднем за 2016–2020 гг.	2020 г. к 2016 г., %	2020 г. к среднему, %
Зерновые								
Посевная площадь, тыс. га	1564,0	1456,7	1410,9	1501,0	1564,7	1495,9	100,0	95,6
Затраты на удобрение, бел. руб/га	164,6	202,0	187,9	209,8	235,1	199,8	143,2	117,6
Урожайность, ц/га	28,2	32,2	23,5	27,6	32,8	29,1	116,3	112,7
Себестоимость, бел. руб/ц	17,0	17,8	22,0	23,3	24,3	20,9	137,0	112,6
Выход протеина, кг/га	299,9	316,5	235,5	279,0	323,8	290,0	108	111,3
Многолетние травы на зеленый корм								
Посевная площадь, бел. тыс. га	529,9	533,3	576,4	567,0	569,1	555,2	107,4	102,5
Затраты на удобрение, бел. руб/га	46,0	47,8	55,5	66,5	59,3	55,0	128,8	107,8
Урожайность, ц/га	225,0	228,0	220,0	256,0	222,0	230,0	98,6	96,5
Себестоимость, бел. руб/ц	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,1	144,4	118,2
Выход протеина, кг/га	472,0	478,0	462,0	537,0	466,0	483,0	98,7	96,5
Однолетние травы на зеленый корм								
Посевная площадь, тыс. га	529,8	416,5	459,6	395,6	358,8	432,0	67,7	83,0
Затраты на удобрение, бел. руб/га	40,9	41,1	50,3	52,0	64,7	49,8	158,2	129,9
Урожайность, ц/га	124,0	119,0	110,0	114,0	138,0	121,0	111,3	114,0

Окончание табл. 2

Показатель	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	В среднем за 2016–2020 гг.	2020 г. к 2016 г., %	2020 г. к среднему, %
Себестоимость, бел. руб/ц	1,4	1,6	1,9	2,0	2,0	1,8	142,8	111,1
Выход протеина, кг/га	211,0	273,0	253,0	262,0	234,0	205,0	110,9	114,1
Кукуруза на зеленый корм и силос								
Посевная площадь, тыс. га	656,0	646,5	619,0	725,3	805,4	690,2	122,7	116,6
Затраты на удобрение, бел. руб/га	242,7	249,8	264,9	259,5	324,5	268,3	133,6	120,9
Урожайность, ц/га	265,0	257,0	253,0	222,0	228,0	245,0	86,0	93,0
Себестоимость, бел. руб/ц	2,4	2,9	3,2	3,6	3,7	3,1	154,2	119,4
Выход протеина, кг/га	397,5	385,5	379,5	333,0	342,0	367,5	86,4	93,0

Примечание. Составлена авторами по данным годовых отчетов сельскохозяйственных организаций Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь за 2016–2020 гг.

Выявлена четкая взаимосвязь основополагающих факторов (концентрация посевов, повышение затрат на удобрения, средства защиты растений и рост урожайности кормовых культур, снижение себестоимости продукции) на эффективность возделывания многолетних трав. Так, за пять лет урожайность многолетних трав на сено при средних материально-денежных затратах на 1 га посевов 252,8 бел. руб., в том числе на удобрения и средства защиты растений – 55 бел. руб., составила 29,3 ц, или 14,4 ц к. ед. и 231,4 кг сырого протеина, что соответственно в целом в 2,67 раза, на удобрения и средства защиты растений – 4,6 раза и протеину – 1,25 раза ниже, чем по зерновым. То есть уровень материально-денежных затрат на 1 га зерновых сопоставим с затратами на 2,6 га многолетних трав на сено, которые дают возможность даже при экстенсивном возделывании за счет расширения площадей получить уже 37,5 ц к. ед. и в 2 раза больше (601,6 кг) сырого протеина. Возделывание многолетних бобовых трав на зеленый корм при сопоставимых затратах в 2,87 раза превышает зерновые культуры по продуктивности и 2,1 раза – по выходу сырого протеина.

Нельзя также признать оптимальным соотношение бобовых и злаковых многолетних трав. Во многих областях, например, клеверов, даже по официальной статистике, не более 35 %, а злаковых – до 45 %. При этом многолетние злаковые травы значительно уступают по продуктивности бобовым культурам.

Сравнительный анализ соотношения удельных затрат на 1 га посевов и результаты (выход кормовых единиц и сырого протеина) при возделывании сельскохозяйственных культур на кормовые цели представлен в табл. 3.

При определении эффективности возделывания кормовых культур максимальным выходом продукции с гектара характеризуется кукуруза на зерно – 76,9 ц/га к. ед. и 599,8 кг сырого протеина и зеленую массу – соответственно

53,2 ц к. ед. и 367 кг. Однако уровень материально-денежных затрат в среднем за пять лет достиг 768,2 бел. руб. и сопоставим с затратами при возделывании 3,1 га многолетних трав на зеленую массу, совокупная расчетная продуктивность которых составляет 131,4 ц к. ед. и 1497,3 кг сырого протеина, что соответственно в 2,4 и 4,38 раза больше.

Таблица 3. Сравнительный анализ соотношения затрат и результатов при выращивании кормовых культур, в среднем за 2016–2020 гг.

Показатель	Зерно- вые	Зерно- бобовые	Куку- руза на зерно	Много- летние травы (сено)	Многолет- ние травы (зеленая масса)	Однолет- ние травы (сено)	Однолет- ние травы (зеленая масса)	Кукуруза на силос (зеленая масса)
Посевная площадь, тыс. га	1495,9	121,3	115,1	131,4	555,2	66,3	432,0	690,0
Затраты, бел. руб/га	666,5	570,0	1493,	252,8	252,8	215,4	215,4	768,2
Коэффициент соотношения затрат к зерну = 1	1,0	0,86	2,2	0,38	0,34	0,32	0,32	1,15
Затраты на удобрения и средства защиты, бел. руб/га	199,8	140,7	451,6	55,0	55,0	49,8	49,8	268,3
Коэффициент соотношения затрат к зерну = 1	1,0	0,70	2,3	0,28	0,28	0,25	0,25	1,34
Урожайность в натуре, ц/га	29,1	24,1	58,0	29,3	230,0	20,5	121,9	245,0
К. ед., ц/га	38,5	32,8	76,9	14,4	42,4	10,1	21,9	53,2
Коэффициент соотношения урожайности, к. ед. к зерну = 1	1,0	0,85	1,99	0,37	1,29	0,26	0,67	1,38
Себестоимость в натуре, бел. руб/ц	20,9	22,4	25,4	8,6	1,1	10,5	1,8	3,1
К. ед., бел. руб/ц	17,1	17,0	19,4	17,5	6,0	21,3	9,8	14,4
Коэффициент соотношения себестоимости, к. ед. к зерну = 1	1,0	0,99	1,13	1,02	0,35	1,25	0,57	0,84
Выход протеина, кг/га	290,0	469,9	452,4	231,4	483,0	139,1	205,0	367,5
Коэффициент соотношения выхода протеина к зерну = 1	1,0	1,62	1,56	0,80	1,66	0,48	0,71	1,26

Примечание. Составлена авторами по данным годовых отчетов сельскохозяйственных организаций Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь за 2016–2020 гг.

Среди кормовых культур особое место занимают многолетние бобовые травы (клевер, люцерна посевная, галега восточная (козлятник), донник, лядвенец рогатый), многолетние злаковые травы (тимopheевка луговая, ежа сборная, овсяница луговая, лисохвост луговой, мятлик луговой, кострец безостый, райграс пастбищный, полевица белая, двукосточник). В полевых и кормовых севооборотах много-

летние травы возделываются в чистом виде либо в смеси бобовых со злаковыми. Эффективнее выращивать их в чистом виде, что позволяет более рационально применять минеральные удобрения на злаковых травах и реализовать потенциал симбиотической азотфиксации бобовых трав. Последние отличаются способностью использовать азот из воздуха в симбиозе с клубеньковыми бактериями. Коэффициент азотфиксации у этих культур составляет 60–70 % [5]. В связи с этим бобовые многолетние травы не нуждаются в азоте, но отличаются большим выносом калия. Так, на формирование 1 т сена они расходуют 23,4 кг азота, 5,1 кг фосфора, 27,2 кг калия [6]. Наиболее интенсивно усвоение элементов питания у многолетних бобовых трав происходит в фазы бутонизации и цветения. В первые годы жизни бобовым травам необходим фосфор в легкодоступной форме. Они требовательны к микроэлементам: бору, молибдену и меди.

Из многолетних трав особый интерес представляет *люцерна* – культура потенциально больших возможностей. Для нее характерно длительное произрастание на одном месте, высокая зимостойкость и относительная засухоустойчивость, способность к быстрому ранневесеннему и послеуборочному отрастанию. Люцерна обогащает почву органическим веществом и защищает от водной эрозии.

Исследования показывают, что в результате 7-летнего возделывания на одном и том же поле содержание гумуса в слабоэродированной дерново-подзолистой почве возрастает почти на 0,28 %, что эквивалентно внесению 140 т/га подстильного навоза [7]. В корнях люцерны и пожнивных остатках накапливается 100–150 кг/га азота и более. Она имеет преимущество среди бобовых культур и в отношении продуктивности зеленой массы и сборе сырого протеина с каждого гектара посевной площади.

В условиях нашей страны наиболее пригодны для возделывания люцерны автоморфные агродерново-карбонатные, агродерновые, агродерново-подзолистые, агроаплювиальные дерновые (в том числе контактно-оглеевые и оглеевые снизу) и полугидроморфные слабogleеватые почвы средне- и легкосуглинистого гранулометрического состава (мощные и подстилаемые песком), а также связно-супесчаные, подстилаемые суглинком с глубины до 1 м, кислотностью 6,01–7,50, содержанием P_2O_5 и K_2O более 220 мг/кг и гумуса более 2,2 % [8].

К пригодным относятся такие же почвы по типовой принадлежности, степени увлажнения и гранулометрическому составу, но с кислотностью 5,51–6,00 и 7,51–8,00, содержанием более 170 мг/кг P_2O_5 и K_2O и менее 2,2 % гумуса [6]. Лучше всего люцерна растет на высокоплодородных, хорошо дренированных среднесуглинистых разновидностях этих почв с кислотностью 6,5–7,5, плохо – на глинистых, каменистых и заболоченных почвах при высоком уровне стояния грунтовых вод (около 1,0–1,5 м) (табл. 4). Диапазон оптимальной влажности для люцерны находится на уровне 70–80 % предельной полевой влагоемкости. Уменьшение этого показателя до 50 % приводит к снижению массы активных клубеньков в 1,7 раза и фиксированного азота воздуха в 2,2 раза [9].

Таблица 4. Урожайность сухой массы многолетних трав при различных уровнях вод на глееватых супесчаных почвах, подстилаемых песком (кг/м²)

Многолетние травы	Укос	Уровень грунтовых вод, см				Снижение урожайности при уровне грунтовых вод 120 см по сравнению с уровнем грунтовых вод 60 см, %
		30	60	90	120	
Тимофеевка луговая	1-й	0,80	0,85	0,79	0,56	34,1
	2-й	0,66	0,66	0,57	0,45	31,8
	3-й	0,27	0,28	0,25	0,17	39,3
	Σ 1–3	1,73	1,79	1,61	1,18	35,1
Кострец безостый	1-й	1,02	1,08	0,99	0,85	21,3
	2-й	0,74	0,88	0,80	0,69	21,6
	3-й	0,33	0,40	0,37	0,24	40,0
	Σ 1–3	2,09	2,36	2,16	1,78	24,6
Клевер луговой	1-й	0,99	1,05	1,03	0,65	38,1
	2-й	0,80	0,86	0,78	0,58	31,6
	3-й	0,25	0,24	0,29	0,18	25,0
	Σ 1–3	2,04	2,15	2,10	1,41	31,9
Люцерна изменчивая	1-й	0,86	0,90	0,90	0,72	20,0
	2-й	0,83	0,88	0,80	0,70	20,5
	3-й	0,43	0,38	0,40	0,29	23,7
	Σ 1–3	2,12	2,16	2,10	1,71	21,4

Примечание. Составлена авторами по отчетам НИР за 2018–2019 гг. (Институт мелиорации НАН Беларуси).

Люцерна – самая требовательная к содержанию в почве фосфора сельскохозяйственная культура, а на калий отзывается почти так же, как и сахарная свекла. Фосфорные и калийные удобрения на среднеобеспеченных почвах P_2O_5 и K_2O вносят перед посевом, например, люцерны, в основную заправку в дозах фосфора 75–80 и калия 120–130 кг/га д. в. Обязательным приемом является припосевное внесение 10–15 кг/га P_2O_5 в виде суперфосфата или аммонизированного суперфосфата. На почвах с содержанием подвижных форм, близком к оптимальному уровню P_2O_5 , и планируемым урожаем зеленой массы 500 ц/га должна проводиться ежегодная подкормка фосфором (в один прием) дозой 65–70 кг/га (д. в.). При меньшей продуктивности люцерны (350 ц/га) достаточно внести весной или осенью 50–55 кг/га д. в. этого удобрения. Повышенная же потребность бобовых растений в фосфоре обусловлена ключевой ролью аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ) в энергетическом обеспечении азотфиксации. Считается, что на фиксацию 1 молекулы азота затрачивается 15 молекул АТФ [10]. В случае низкого содержания фосфора в почве клубеньковые бактерии проникают в корень, но клубеньки не образуются. Фиксация азота воздуха происходит с участием АТФ, главной составной частью которой является фосфор.

При его дефиците образуется минимальное количество АТФ и азот воздуха фиксируется слабо. Для активизации азотфиксации к клубенькам из листьев постоянно должны поступать углеводы. Передвижению их в растении способствует калий. Этим объясняется повышенная потребность в нем бобовых культур. При наличии в пахотном слое почвы порядка 200 мг/кг K_2O в первый год пользования травостоем следует исключить подкормку калием. В следующие годы необходимо под каждый укос вносить по 40–60 кг/га K_2O [11].

Люцерну обычно возделывают в отдельных полях бессеменно в течение не менее трех-четырех лет. За это время затраты на покупку дорогостоящих семян многократно окупаются. В отличие от клевера она более засухоустойчивая, хотя в лучшую сторону по этому показателю все же выделяется люцерна желтая, а не посевная (синяя). Последняя в экстремальных условиях (дефицит влаги) приостанавливает развитие и часть листьев сбрасывает. Несмотря на высокий коэффициент транспирации, после прекращения засухи рост возобновляется. Благодаря мощной корневой системе люцерна использует воду из более глубоких слоев почвы. Ее корни обладают четко выраженным гидротропизмом, т. е. всегда стремятся к более увлажненным горизонтам почвы. Важно и то, что засуха далеко не всегда отрицательно сказывается (за исключением люцерны первого года жизни) на формировании урожая в последующие годы. И только на рыхлосупесчаных почвах из-за дефицита влаги не удастся получить высокий урожай [12].

Представляет интерес многолетнее бессеменное использование люцерны (в течение 10 лет). По данным Института мелиорации НАН Беларуси (отчеты НИР за 2000–2019 гг.), в варианте опыта без удобрений резко снизилось ее содержание и в травостой стало внедряться разнотравье, прежде всего ежа сборная. В меньшей степени это отмечается в вариантах с удобрениями. Последнее убедительно свидетельствует о возрастании роли минеральных удобрений в сохранении люцерны в травостое и повышении ее продуктивности. В данном случае урожайность этой культуры увеличилась на 46–79 % относительно контроля (без удобрений). Улучшение питания растений молибденом существенно повысило продуктивность и содержание люцерны в травостое.

Относительно менее требователен к условиям произрастания *клевер луговой*. Его семеноводство, в отличие от люцерны, практически налажено в самой республике. Интерес к этой культуре вызван еще тем, что ее можно включать в полевой севооборот, чего нельзя сказать о люцерне посевной. Эффективность возделывания клевера зависит от условий размещения данной культуры. Согласно опытным данным, наибольшая прибавка урожая наблюдается на средней и нижней части склона на фоне $P_{60} K_{180}$ (табл. 5).

Клевер луговой положительно реагирует на применение органических и минеральных удобрений. При внесении под покровную зерновую культуру 10–20 т/га органики он быстрее растет в начальный период, повышается надежность его сохранения под покровом и во время зимовки.

Под покровную культуру рекомендуется вносить не более 60 кг азота. При больших его дозах наблюдается угнетение клевера зерновыми покровными культурами, что отрицательно отражается на сохранности и последующей продуктивности всходов.

Таблица 5. Урожайность клевера лугового на склоновых землях Витебской опытно-мелиоративной станции, 2015–2019 гг.

Элемент склона	Год пользования травостоем	Вариант	Урожайность сухой массы, ц/га	Прибавка сухой массы	
				ц/га	%
Вершина	1-й (2015 г.)	P ₀ K ₀	60,6	–	–
		P ₆₀ K ₁₂₀	73,6	13,0	21,5
		P ₆₀ K ₁₈₀	72,3	11,7	19,3
Середина		P ₀ K ₀	50,1	–	–
		P ₆₀ K ₁₂₀	59,6	9,5	19,0
		P ₆₀ K ₁₈₀	65,6	15,5	30,9
Нижняя часть		P ₀ K ₀	69,1	–	–
		P ₆₀ K ₁₂₀	72,3	3,2	4,6
		P ₆₀ K ₁₈₀	73,4	4,3	6,2
Вершина	1-й (2016 г.)	P ₀ K ₀	71,6	–	–
		P ₆₀ K ₁₂₀	81,5	9,9	13,8
		P ₆₀ K ₁₈₀	85,8	11,2	15,6
Середина		P ₀ K ₀	53,1	–	–
		P ₆₀ K ₁₂₀	68,2	15,1	28,4
		P ₆₀ K ₁₈₀	70,2	17,1	32,2
Нижняя часть		P ₀ K ₀	59,4	–	–
		P ₆₀ K ₁₂₀	74,8	15,4	25,9
		P ₆₀ K ₁₈₀	77,7	18,3	30,8
Вершина	1-й (2017 г.)	P ₀ K ₀	97,2	–	–
		P ₆₀ K ₁₂₀	101,0	4,8	4,9
		P ₆₀ K ₁₈₀	103,3	6,1	6,3
Вершина	1-й (2018 г.)	P ₀ K ₀	99,4	–	–
		P ₆₀ K ₁₂₀	113,3	13,9	14,0
		P ₆₀ K ₁₈₀	116,8	17,4	17,5
Вершина	1-й (2019 г.)	P ₀ K ₀	81,3	–	–
		P ₆₀ K ₁₂₀	90,3	9,0	11,2
		P ₆₀ K ₁₈₀	91,0	9,7	11,9

Примечание. Составлена авторами по отчетам НИР за 2015–2019 гг. (Институт мелиорации НАН Беларуси).

Главным критерием определения доз фосфорных и калийных удобрений для клевера являются данные по содержанию подвижных форм фосфора и калия в почве и планируемой урожайности этой культуры. Фосфорные удобрения можно вносить в запас или весной после перезимовки (первый год пользования) в начале возобновления весенней вегетации. Калий также предпочтительнее вносить в период весенней подкормки.

Если дозы калия выше 90 кг/га, то их лучше применять дробно под укосы, что обеспечит его эффективное использование растениями и снизит потери этого элемента из почвы. В случае когда растения клевера лугового вышли из-под покрова ослабленные, в первый год его жизни необходима подкормка фосфором и калием. Эти удобрения способствуют накоплению сахаров в корневых клетках растения и тем самым уменьшают его выпадение во время зимовки. Оптимальной дозой удобрения в зависимости от уровня плодородия почвы в подкормку клевера осенью, после уборки покровной культуры, является $P_{30}K_{60}$.

На почвах 1-й и 2-й групп обеспеченности бором и молибденом клевер нуждается в борных и молибденовых удобрениях, которые можно внести в некорневую подкормку в фазе бутонизации клевера в дозе 50 г/га бора и 25–50 г/га молибдена. Предпочтительнее с точки зрения энергосбережения предпосевная обработка семян молибдатом аммония в дозе 20 г д. в/ц и борной кислотой в дозе 30–50 г д. в/ц.

Удобрение бобово-злаковых трав отличается от одновидовых травостоев бобовых трав тем, что необходимость внесения азота, а также его дозы зависят от долевого участия бобового компонента. Если оно превышает 30 % (40 растений на 1 м²), то азотные удобрения не дают эффекта и их применение становится нецелесообразным.

При снижении участия бобовых трав в травостое внесение азота в подкормку оправдано. Для поддержания доли бобового компонента в бобово-злаковом травостое азотные удобрения целесообразно применять только под второй укос. В смешанных посевах бобово-злаковых трав рекомендуется вносить азот дробно под укосы в дозах от 25 до 45 кг/га в зависимости от планируемой урожайности. При их недостатке используются фосфорные и калийные удобрения в подкормку весной в начале возобновления вегетации растений, азотные – дробно под укосы. Под первый укос многолетних злаковых трав (весной, в начале возобновления вегетации) применяют 2/3 общей дозы азота и 1/3 дозы – под второй. Доза под второй укос составляет 30–40 кг/га [13].

Формы калийных и фосфорных удобрений могут быть любые. В качестве азотных лучше использовать КАС. Во избежание ожогов растений КАС под второй укос вносят сразу после скашивания первого.

Микроудобрения (сульфат меди, сульфат цинка) можно применять при обработке семян в дозах 200–250 г/ц.

В связи с дефицитом азотных удобрений следует переходить от злаковых травостоев на бобово-злаковые и бобовые, которые обеспечивают себя и злаковый компонент азотом за счет азотфиксирующей способности клубеньков.

Исследования показали высокую эффективность возделывания бобовых и злаковых травосмесей.

Преимущества бобово-злаковых травосмесей следующие (табл. 6):

смеси в первый год более урожайные, чем чистые злаковые, а в последующие годы – и чем чистые бобовые. Смеси положительно реагируют на внесение минеральных удобрений: на фоне $P_{60}K_{60+60}$ прибавка сухой массы составляет 10,4 ц/га, $P_{60}K_{60+60+60}$ – 14,9 ц/га;

смеси лучше зимуют, дольше сохраняются и дают более устойчивый урожай по годам. Так, урожайность люцерны посевной в смеси с кострцом безостым на третий-четвертый год пользования на фоне $P_{60}K_{60+60+60}$ за три укоса составляет 20,7 ц/га, прибавка сухой массы к контролю – 26,7%;

смеси эффективнее используют питательные вещества, так как их корни охватывают больше слоев почвы: корни злаковых распределяются мельче, бобовых же проникают глубже;

смеси лучше используют свет и солнечную энергию, так как листья бобовых и злаковых различаются и формой, и расположением. Вследствие этого фотосинтез в травосмеси происходит более интенсивно, чем в чистом травостое;

травосмеси меньше страдают от сорняков, вредителей и болезней;

смеси оставляют в почве больше корней, а следовательно и гумуса, в значительной степени преобразовывают структуру почвы;

корм травосмесей обычно лучше сбалансирован в отношении питательных веществ: в бобовых содержится больше азота, некоторых аминокислот, иных макро- и микроэлементов, кальция, в злаковых – сахаров и других углеводов. Зеленая трава из травосмеси не вызывает тимпанита у животных, быстрее силосуется. Она лучше сушится, чем трава одних бобовых, теряет меньше листьев.

Таблица 6. Урожайность травосмесей и многолетних бобовых трав в зависимости от доз внесения минеральных удобрений в опытах на Витебской опытно-мелиоративной станции

Вариант опыта	Урожайность сухой массы, ц/га				Прибавка сухой массы за 3 укоса	
	1-й укос	2-й укос	3-й укос	за 3 укоса	ц/га	%
Клевер луговой + люцерна посевная + кострец безостый 2–3-го года пользования						
P_0K_0	49,2	41,2	11,0	101,4	–	–
$P_{60}K_{60+60}$	52,2	46,6	13,0	111,8	10,4	10,2
$P_{60}K_{60+60+60}$	52,9	49,3	14,1	116,3	14,9	14,7
Люцерна посевная + кострец безостый 3–4-го года пользования						
P_0K_0	36,7	33,7	7,2	77,6	–	–
$P_{60}K_{60+60}$	41,1	40,3	9,6	91,0	13,4	17,3
$P_{60}K_{60+60+60}$	43,0	45,2	10,1	98,3	20,7	26,7

Вариант опыта	Урожайность сухой массы, ц/га				Прибавка сухой массы за 3 укоса	
	1-й укос	2-й укос	3-й укос	за 3 укоса	ц/га	%
Люцерна 8–9-го года пользования						
P ₀ K ₀	26,7	27,5	3,5	57,7	–	–
P ₆₀ K ₆₀₊₆₀	39,4	44,7	7,1	91,2	33,5	58,0
P ₆₀ K ₆₀₊₆₀₊₆₀	44,1	52,3	9,9	106,3	48,6	84,2
HCP ₀₅	–	–	–	–	7,3	–
Люцерна посевная + костреч безостый 4–5-го года пользования						
P ₀ K ₀	34,4	35,3	9,1	78,8	–	–
P ₆₀ K ₆₀₊₆₀	44,4	46,5	13,8	104,7	25,9	32,9
P ₆₀ K ₆₀₊₆₀₊₆₀	49,8	51,1	15,5	116,4	37,6	47,7
Люцерна посевная + костреч безостый 5–6-го года пользования						
P ₀ K ₀	30,1	30,7	7,8	68,6	–	–
P ₆₀ K ₆₀₊₆₀	40,2	42,2	12,7	95,1	26,5	38,6
P ₆₀ K ₆₀₊₆₀₊₆₀	47,7	47,1	16,4	111,2	42,6	62,1
Люцерна 10–11-го года пользования						
P ₀ K ₀	23,0	25,2	7,8	56,0	–	–
P ₆₀ K ₆₀₊₆₀	37,0	38,1	10,4	85,5	29,5	52,7
P ₆₀ K ₆₀₊₆₀₊₆₀	43,2	43,3	16,2	102,7	46,7	83,4
HCP ₀₅	–	–	–	–	8,1	–
Клевер луговой 1-го года пользования						
P ₀ K ₀	34,3	44,9	18,0	97,2	–	–
P ₆₀ K ₆₀₊₆₀	36,0	46,5	19,0	101,0	3,8	3,9
P ₆₀ K ₆₀₊₆₀₊₆₀	36,2	47,2	19,9	103,3	6,1	6,3
HCP ₀₅	–	–	–	–	8,3	–

Примечание. Составлена авторами по отчетам НИР за 2015–2019 гг. (Институт мелиорации НАН Беларуси).

Травосмесь с участием люцерны посевной не уступала по урожайности клеверу луговому (сорт Витебчанин) первого года пользования. Преимущество люцерны заключается еще в том, что не нужно ежегодно проводить обработку почвы (в отличие от клевера лугового). В итоге снижается себестоимость заготавливаемых кормов из травосмеси на основе люцерны. Однако необходимо учитывать, что длительное возделывание такой травосмеси возможно не в полевом севообороте, а в кормовом, вблизи ферм.

Нами исследовалась травосмесь люцерны посевной (сорт Будучыня) с костречом безостым. Выбор такой травосмеси обусловлен тем, что эти культуры предъ-

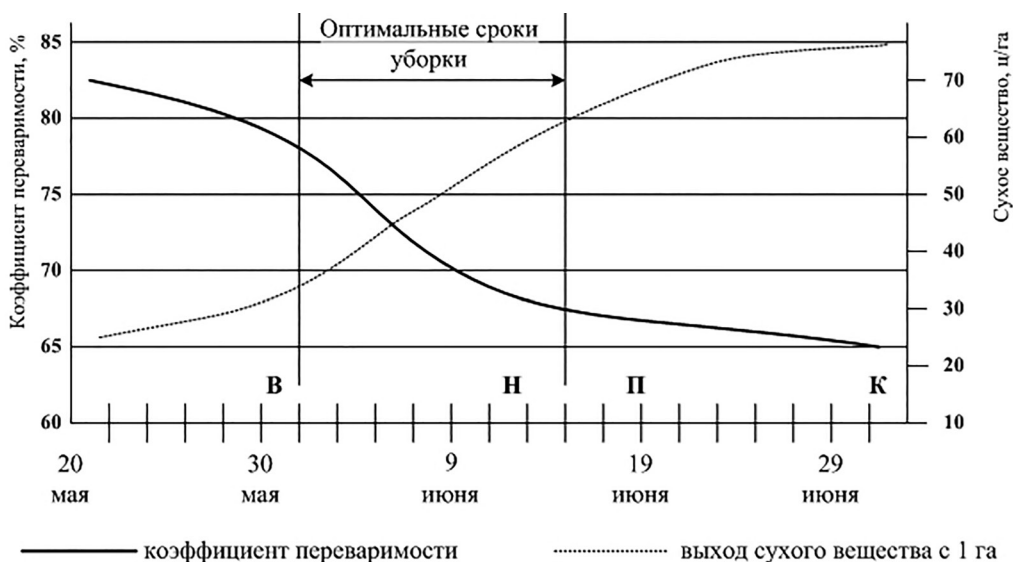
являют одинаковые требования к плодородию почв. Кроме того, у них совпадает фаза развития растений. К тому же из травосмеси легче приготовить сенаж или провяленный силос, чем из люцерны в чистом виде, что связано с меньшими потерями листьев – самой ценной по питательности частью растений. Многолетние травы скашивали за вегетационный период 3 раза, поскольку при четвертом-пятом укосах сокращается срок использования люцерны до двух-трех лет.

При производстве кормов очень важно не только вырастить высокий урожай, но и сохранить его без потерь, которые, как известно, немалые. При запаздывании они составляют до 40 % [14]. При этом уменьшается сухое вещество корма и его переваримость, снижается выход сырого протеина. Очевидно, что даже самые совершенные технологии заготовки кормов не обеспечат их высокого качества, если упущены оптимальные сроки уборки (см. рисунок).

Поэтому необходим компромисс между высоким качеством корма и максимальным сбором сухой массы. Подобное возможно, если травы скашивать в фазу бутонизации. За счет многоукосных технологий в масштабах республики можно увеличить сбор травяных кормов и переваримого протеина на 30 %.

Таким образом, в целях устойчивости полевого и лугопастбищного кормопроизводства и получения сбалансированных по протеину кормов при дефиците средств химизации земледелия необходимо:

в технологическом аспекте – оптимизировать структуру кормовых угодий, увеличив площади возделывания бобово-злаковых смесей в структуре многолетних трав на пашне до 75 %, сенокосах – до 50 %. На лугопастбищных угодьях ежегодно следует проводить перезалужение с обновлением травостоя



Оптимальные сроки уборки первого укоса многолетних трав: В – бутонизация, Н – начало цветения, П – полное цветение, К – конец цветения (выполнен авторами по [10–12])

не менее 15 % низкопродуктивных площадей. Необходимо также применять интенсивные технологии возделывания кормовых культур, вносить под злаковые многолетние травы на улучшенных сенокосах и пастбищах азотные удобрения в количестве не менее 60–70 кг/га, под многолетние бобовые культуры – фосфорные удобрения в пределах 30–40 кг/га, калийные – до 60–80 кг/га д. в. Это позволит довести содержание переваримого протеина в 1 к. ед. до 110–120 г;

организационном аспекте – осуществить комплекс мер по дальнейшему совершенствованию технологии заготовки всех видов кормов, гибкому маневрированию ими с учетом созревания травостоев, погодных условий, обеспечивающих концентрацию обменной энергии в 1 кг сухого вещества в сене – 9–9,2 МДж (0,82–0,84 к. ед.), сенаже – 10,6–10,9 (0,94–0,97 к. ед.), силосе – 10,5–10,8 МДж (0,86–0,9 к. ед.), а содержание сырого протеина в сухом веществе соответственно 13–14, 15–16 и 14–15 %;

экономическом аспекте – переводить кормопроизводство на ресурсо- и энергосберегающие способы заготовки кормов, применять наиболее прогрессивные технические средства, максимально сохраняющие белковый компонент (недостаток в рационе 1 % протеина влечет перерасход 2 % кормов), соблюдать организацию производства кормов, не требующих крупных финансовых вложений на средства химизации земледелия. В первую очередь это повышение технологической дисциплины, ликвидация потерь на каждом этапе – от поля до фермы.

Заключение

Для сельского хозяйства республики, специализирующегося в животноводческом направлении, первостепенное значение имеет получение полноценных и дешевых кормов в необходимом объеме. При этом особую актуальность имеет проблема дефицита протеина. Ее решением может стать расширение посевных площадей бобовых культур.

В системе земледелия кормопроизводство должно совершенствоваться с учетом зональных особенностей страны. Наиболее эффективным с экономической и экологической точки зрения представляется использование сельскохозяйственных земель на базе обоснованного возделывания адаптированных к данной местности сельхозкультур, оптимальных доз органических, минеральных удобрений и средств защиты растений.

К устойчивости в кормопроизводстве можно отнести рационализацию по направлениям и объемам получения продукции животноводства, обеспечение материально-финансовыми ресурсами, особенно средствами химизации земледелия, в рамках принятых программ.

Повышение устойчивости кормопроизводства прямо зависит от биологических особенностей растений и всей агроэкосистемы. В основе этого показателя лежат инновационные технологические решения, оптимизация в использовании

материальных ресурсов, соблюдение биологического времени этапного ведения сельскохозяйственных работ.

Выявлено, что увеличение разнообразия видов культур уменьшает коэффициент варьирования урожайности. Введение в севооборот многолетних бобовых трав с использованием фитоценоза их смесей со злаковыми культурами, а также учет их разнотипной реакции на неблагоприятные условия и факторы повышают устойчивость кормопроизводства.

Из многолетних бобовых трав высокой устойчивостью в полевом кормопроизводстве обладает люцерна. Для нее характерны высокая продуктивность, длительное произрастание на одном месте, относительная засухоустойчивость, обогащение почвы органическим веществом и азотом. Без пересева люцерна может произрастать на одном участке до пяти-семи лет и более, в то время как клевер луговой – только два года. В этом случае снижаются затраты на перепахивание и ограничивается водная эрозия почв, особенно на склоновых землях.

Именно решение проблемы устойчивости кормопроизводства в современных нестабильных экономических условиях способно реализовать потенциал сельского хозяйства, обеспечить отрасли животноводства полноценными кормами для получения продукции в объемах, необходимых для продовольственной безопасности страны.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основные направления и совершенствование методов конвейерного производства кормов на пашне и лугопастбищных угодьях / А. Лопатнюк [и др.] // Аграр. экономика. – 2021. – № 4. – С. 78–96.
2. Сельское хозяйства Республики Беларусь: стат. сб. / Нац. стат. ком. Респ. Беларусь, Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь; редкол.: И. В. Медведева [и др.]. – Минск: ИВЦ Белстата, 2021. – 179 с.
3. Лаппо, В. В. Система управления плодородием почв Республики Беларусь / В. В. Лаппо // Почвоведение и агрохимия. – 2011. – № 2 (47). – С. 7–14.
4. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 387 с.
5. Вавилов, П. П. Бобовые культуры и проблемы растительного белка / П. П. Вавилов, Г. С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 256 с.
6. Формирование урожая основных сельскохозяйственных культур / Я. Байер [и др.]; пер. с чеш. З. К. Благовещенской. – М.: Колос, 1984. – 367 с.
7. Влияние новых форм жидких и твердых минеральных удобрений на продуктивность и показатели качества злаковых, бобово-злаковых травосмесей и люцерны на дерново-подзолистых почвах / Г. В. Пироговская [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2019. – № 1 (62). – С. 133–156.
8. Цытрон, Г. На каких почвах возделывать люцерну? / Г. Цытрон, Л. Шибут, О. Матыченкова // Белорус. сел. хоз-во. – 2015. – № 2. – С. 66–69.
9. Шлапунов, В. Н. Влажность почвы и урожайность люцерны посевной в подпокровных и беспокровных посевах / В. Н. Шлапунов, Д. Н. Володькин, А. Н. Романович // Технологии и приемы производства экологически безопасной продукции растениеводства: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 10-летию со дня создания НПЦ НАН Беларуси по земледелию, Жодино, 14–15 апр. 2016 г. / НПЦ НАН Беларуси по земледелию; редкол.: Ф. И. Привалов [и др.]. – Минск: ИВЦ Минфина, 2016. – С. 129–132.

10. Кларк, Н. Применение удобрений при выращивании высокоурожайной люцерны в штатах Калифорния и Аризона / Н. Кларк, С. Орлофф, М. Отман // Питание растений. – 2018. – № 1. – С. 9–13.

11. Пикун, П. Т. Люцерна и ее возможности / П. Т. Пикун. – Минск: Беларус. навука, 2012. – 310 с.

12. Привалов, Ф. Многолетние травы – основной источник белка / Ф. Привалов, П. Васько // Беларус. сел. хоз-во. – 2019. – № 5. – С. 12–15.

13. Ивасюк, Е. В. Урожайность и белковая продуктивность люцерны и люцернозлаковых травосмесей на терново-подзолистой супесчаной почве Калужской области / Е. В. Ивасюк, В. К. Храмой, Н. М. Ивасюк // Изв. ТСХА. – 2012. – Вып. 2. – С. 100–105.

14. Кормовые культуры (производство, уборка, консервирование и использование грубых кормов): учеб.-практ. рук-во: в 2 т. / Г. Гибелхаузен [и др.]; под. ред. Д. Шпаара. – 2-е изд., дораб. и доп. – М.: DLV Агрodelo, 2009. – Т. 2. – 784 с.

Поступила в редакцию 15.04.2022

Сведения об авторах

Лопатнюк Анатолий Андреевич – ведущий научный сотрудник научно-организационного отдела, кандидат экономических наук, доцент;

Тиво Петр Филиппович – доктор сельскохозяйственных наук;

Лопатнюк Людмила Анатольевна – заместитель декана факультета предпринимательства и управления, кандидат экономических наук, доцент

Information about the authors

Lopatnyuk Anatoly Andreevich – Leading Researcher of the Scientific and Organizational Department, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor;

Tivo Petr Filippovich – Doctor of Agricultural Sciences;

Lopatnyuk Ludmila Anatolievna – Deputy Dean of the Business and Management Faculty, Candidate of Economic Sciences, Associate Professor