

ISSN 2070–4828

МЕЛИОРАЦИЯ

Научный журнал

№ 3(101)

Основан в 1951 году
Выходит 4 раза в год

Июль – сентябрь, 2022



Минск
2022

СВИДЕТЕЛЬСТВО № 411

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт мелиорации»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

чл.-корр. НАН Беларуси, д-р техн. наук, проф. **А. П. Лихацевич**

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

д-р с.-х. наук, проф. **А. С. Мееровский** (зам. гл. редактора)

акад. РАН, д-р с.-х. наук, проф. **Н. Н. Дубенок**

д-р с.-х. наук, проф. **Ю. А. Мажайский**

д-р техн. наук, проф. **Э. И. Михневич**

д-р с.-х. наук, проф. **Н. Н. Цыбулько**

д-р с.-х. наук, проф. **В. И. Желязко**

д-р с.-х. наук **П. Ф. Тиво**

канд. техн. наук, доцент **А. С. Анженков**

канд. с.-х. наук, доцент **А. Л. Бирюкович**

канд. техн. наук **Э. Н. Шкутов**

Журнал рецензируется.

Журнал включен в перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований.

Журнал включен в Перечень научных изданий ВАК Российской Федерации для опубликования результатов диссертационных исследований (распоряжение Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 февраля 2019 г. № 21-р) по следующим группам научных специальностей:

06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель;

06.01.06 – луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры.

Журнал включен в базу данных Российского индекса научного цитирования (РИНЦ).

Статьи и отдельные выдержки из журнала могут цитироваться при условии указания первоисточника.

Редакция не несет ответственности за возможные неточности по вине авторов.

Мнение редакции может не совпадать с мнением автора. Рукописи не возвращаются.

Фотоматериалы взяты из архива РУП «Институт мелиорации» и предоставлены авторами статей.

Журнал «МЕЛИОРАЦИЯ»

Подписной индекс: **74856 — для индивидуальных подписчиков,**

748562 — для предприятий и организаций.

Подписку можно оформить во всех отделениях связи.

Редактор, корректор **Т. В. Мейкшане**

Компьютерная верстка **И. В. Скуратович**

Подписано к печати 14.09.2022 г. Формат 60x84 1/8.
Уч.-изд. л. 5,5. Усл. печ. л. 8,25. Заказ 292. Тираж 100 экз.

Адрес редакции: 220040, г. Минск, ул. Некрасова, 39-2;
тел. (017) 331-49-03;
e-mail: **info@niimel.by, redaktor@niimel.by**

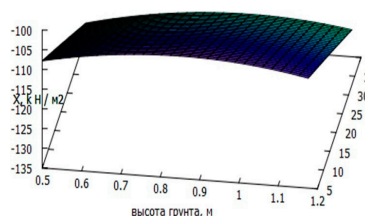
Отпечатано РУП «Информационно-вычислительный центр Министерства финансов».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 2/41 от 29.01.2014.

© РУП «Институт мелиорации», 2022

Содержание Contents

Мелиорация

Land improvement



В. Г. Дегтярев, О. Г. Дегтярева, Н. В. Коженко

Анализ элементов напряженно-деформированного состояния водовода прямоугольного сечения при работе в различных условиях

5

V. G. Degtyarev, O. G. Degtyareva, N. V. Kozhenko

Analysis of the stress-strain state elements of a rectangular section water line when working under various conditions



С. В. Набздоров

Влияние режимов орошения и доз удобрений на урожайность сахарной свеклы, сахаристость корнеплодов и сбор очищенного сахара

13

S. V. Nabzdorov

Influence of irrigation and fertilizer doses on yield, sugar content and collection of refined sugar of sugar beet



Н. З. Мехтиева

Типы солей почв на территории Сиязань-Сумгаитского массива

19

N. Z. Mehtiyeva

Types of salts in soils on the territory in Siyazan-Sumgayit mountain massif

Кормопроизводство

Forage production



А. Л. Бирюкович, О. В. Пташец, В. Н. Филиппов, А. А. Рыбченко

Создание устойчивых агроэкосистем на мелиорированных торфяных почвах разной степени трансформации

24

A. L. Biryukovich, O. V. Ptashets, V. N. Filippov, A. A. Rybchenko
Creation of sustainable agroecosystems on reclaimed peat soils of varying degrees of transformation



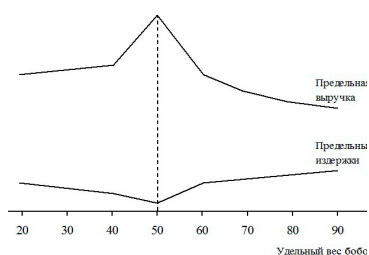
Н. Н. Цыбулько, В. Б. Цырибко, А. М. Устинова

Формирование почвозащитных севооборотов и систем обработки почвы на дефляционноопасных землях

30

N. N. Tsybulka, V. B. Tsyribko, A. M. Ustinova

Formation of soil-protective crop rotations and tillage systems on deflation-prone lands



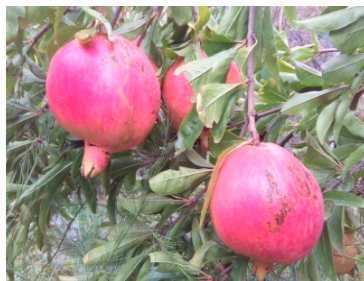
Е. Б. Евсеев, В. С. Филипенко

Аспекты создания бобово-злаковых агрофитоценозов в регионе Припятского Полесья

48

E. B. Evseev, V. S. Filipenko

Aspects of creating legums and grain agrophytocenoses in the region of Pripyat Polesia



Ф. А. Гулиев, Л. А. Гусейнова

Макрофомоз гранатовых кустов в условиях западной части Азербайджана

58

F. A. Guliev, L. A. Huseynova

Macrophomosis of pomegranate bushes in the conditions of the western part of Azerbaijan

Чтобы помнили



To be remembered

Захар Николаевич Денисов (к 130-летию)

65

Анна Ивановна Хотько (к 120-летию)

66

Василий Мартынович Зубец (к 115-летию)

67

Виктор Николаевич Кондратьев (к 85-летию)

69

АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ В РЕГИОНЕ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Е. Б. Евсеев, кандидат сельскохозяйственных наук

В. С. Филипенко, кандидат экономических наук

*Полесский государственный университет,
г. Пинск, Беларусь*

Аннотация

Рассмотрены вопросы экономически обоснованного повышения содержания переваримого протеина в кормах за счет формирования бобово-злаковых агрофитоценозов на мелиорированных торфяных почвах Припятского Полесья. Обосновывается актуальность увеличения посевов бобовых и злаково-бобовых трав в структуре кормовых угодий. При увеличении доли бобовых компонентов в агроценозах будет повышаться зоотехническое качество кормов, что позволит насыщать кормовые рационы КРС переваримым протеином на уровне более 100 г/кг. Актуализация необходимости размещения посевов многолетних трав на торфяных почвах будет способствовать экологическому сохранению и восстановлению торфяно-болотных угодий региона Припятского Полесья.

Ключевые слова: севооборот, торфяно-болотные почвы, бобово-злаковые агрофитоценозы, продовольственная безопасность, удельный вес трав.

Abstract

E. B. Evseev, V. S. Filipenko

ASPECTS OF CREATING LEGUMES AND GRAIN AGROPHYTOCENOSES IN THE REGION OF PRIPYAT POLESIA

The issues of an economically justified increase in the content of digestible protein in feed due to the formation of legume-grass agrophytocenoses on reclaimed peat soils of the Pripjat Polesia are considered. The relevance of increasing the crops of legumes and leguminous grasses in the structure of forage lands is substantiated. With an increase in the share of legume components in agroecosystems, the zootechnical quality of feed will increase, which will allow the feed rations of cattle to be saturated with digestible protein at a level of more than 100 g/kg. Actualization of the need to place crops of perennial grasses on peat soils will contribute to the ecological conservation and restoration of peat-wetlands of the Pripjat Polesia region.

Keywords: crop rotation, peat-bog soils, legume-cereal agrophytocenoses, food security, share of grasses.

Введение

В соответствии с государственными приоритетными направлениями развития Республики Беларусь, изложенными в Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг., предусмотрено повышение конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, наращивание экспортного потенциала, развитие экологически безопасного сельского хозяйства, ориентированного на укрепление продовольственной безопасности страны, обеспечение полноценного питания и здорового образа жизни населения. Подпрограмма 1 «Развитие растениеводства, переработки и реализация продукции растениеводства» вышеназванного документа предполагает:

- внедрение зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий,

позволяющих сократить материальные и трудовые затраты, ресурсоемкость продукции, повысить производительность труда и эффективность производства продукции растениеводства;

- сохранение и повышение почвенного плодородия и рациональное использование сельскохозяйственных земель;

- повышение эффективности защиты сельскохозяйственных культур за счет совершенствования технологии их возделывания и оптимизации фитосанитарного состояния, обеспечивающих получение стабильных урожаев сельскохозяйственной продукции при разных погодно-климатических условиях;

- использование в сельскохозяйственном производстве республики наиболее интенсивных сортов и гибридов сельскохозяйственных растений;

- развитие интенсивного кормопроизводства, обеспечивающего производство высококачественных травяных кормов и создание устойчивой кормовой базы для животноводства;
- внедрение элементов системы точного земледелия, освоение новых ресурсосберегающих и наукоемких технологий производства¹.

Важной задачей отрасли растениеводства является обеспечение животноводства качественными сбалансированными кормами, которые на 60–70 % определяют уровень производства продукции отрасли. За четыре года реализации Государственной программы на 2016–2020 гг. рост среднегодового производства травяных кормов составил 105 %, а дальнейший рост производства данных кормов прогнозируется не менее 110 % к их среднегодовому производству.

Согласно программе, одни из основных индикаторов подкомплекса кормопроизводства на 2021–2025 гг. – это обеспечение общего поголовья крупного рогатого скота высокоэнергетическими сбалансированными кормами путем производства ежегодно не менее 45 ц корм. ед. на условную голову, из них травяных кормов – не менее 38 ц, включая заготовку кормов на зимне-стойловый период в объеме не менее 28 ц кормовых единиц на условную голову; увеличение к концу 2025 г. площади посевов многолетних трав не менее 1 млн га, из которых доля бобовых и бобово-злаковых трав должна составлять до 90 %; перезалужение лугопастбищных угодий, из которых доля бобовых и бобовозлаковых трав должна составлять не менее 50 %; повышение продуктивности кормовых угодий; обеспечение не менее 70 % потребности отрасли животноводства в отечественном растительном белке.

В одном из пунктов подпрограммы 7 «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» указано, что в Беларуси используется 693 тыс. га сельскохозяйственных земель с торфяными почвами и проводятся работы по сокращению использования таких земель в качестве пахотных.

Анализ актуальности тематики показывает, что огромные площади торфяных почв Припятского Полесья были загрязнены радионуклидами в результате аварии на Чернобыльской АЭС. В Беларуси более 1 млн га осушенных торфяных почв используются в качестве сельскохозяйственных земель. На территории радиоактивного загрязнения сельское хозяйство ведется на 245,0 тыс. га земель на торфяных почвах, из них 83,0 тыс. га с мощностью торфяного слоя менее 0,5 м.

В среднем на каждый из 55 загрязненных радионуклидами административных районов республики приходится около 4 тыс. га торфяных почв с различной мощностью торфяного слоя. В ряде районов органогенные почвы занимают значительный удельный вес: Лунинецком – 43,5, Лельчицком – 33,7, Пинском – 29,9, Калинковичском – 26,2, Солигорском – 29,1, Ельском – 18,6, Хойникском – 17,8, Брагинском – 17,5 %.

Государственная программа по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 гг. способствует достижению на национальном уровне целей устойчивого развития, изложенных в резолюции Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций от 25 сентября 2015 г. № 70/1: в том числе цели устойчивого развития 15 «Защита и восстановление экосистем суши и содействие их рациональному использованию, рациональное лесопользование, борьба с опустыниванием, прекращение и обращение вспять процесса деградации земель и прекращение процесса утраты биоразнообразия»².

Реализация мероприятий Государственной программы позволит:

- обеспечить производство нормативно чистой сельскохозяйственной продукции путем повышения почвенного плодородия загрязненных радионуклидами сельскохозяйственных земель за счет известкования 125 тыс. га кислых почв, внесения 125 тыс. тонн действующего вещества извести.

¹ О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2021 г., № 59 : с изм. и доп. от 29 окт. 2021 г. № 620 ; 15 мар. 2022 г. № 139, 23 июня 2022 г. № 407 // ЭТАЛОН. Законодательство Республики Беларусь / Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. URL: <https://etalonline.by/document/?regnum=c22100059> (дата обращения: 20.06.2022)

² О Государственной программе по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС на 2021–2025 годы : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 22 мар. 2021 г. № 159 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь, 25.03.2021, 5/48894. URL: <https://pravo.by/ofitsialnoe-opublikovanie/arkhiv/ofitsialnoe-opublikovanie-na-portale/?p0=2021&p1=2503> (дата обращения: 20.06.2022)

ющего вещества фосфорных и 340 тыс. тонн действующего вещества калийных удобрений, проведения на 7 тыс. километров ремонтно-эксплуатационных работ на внутрихозяйственных мелиоративных сетях;

- формировать культурные сенокосы и пастбища для скота и уходные работы за созданными пастбищами на 3,5 тыс. га;
- реализовать проекты, направленные на социально-экономическое развитие пострадавших районов, создание новых рабочих мест;
- совершенствовать защитные мероприятия и рекомендации по ведению растениеводства, животноводства и кормопроизводства на территории радиоактивного загрязнения с учетом современной радиационной обстановки и в целях получения нормативно чистой продукции в общественном секторе, в личных подсобных хозяйствах.

В соответствии с целями программы одними из важных защитных мероприятий в сельскохозяйственном производстве являются:

1) создание улучшенных луговых земель в сельскохозяйственных организациях и для скота личных подсобных хозяйств, а также выполнение уходных работ на данных землях. Работы по обеспечению молочного скота культурными пастбищами и сенокосами будут продолжены с периодичностью один раз в 5 лет из расчета 0,5 га пастбищ и 0,5 га сенокоса на одну корову и 0,1 га пастбищ и 0,2 га сенокоса на одну козу. В целях обеспечения качества травостоя пастбищ и сенокосов предусматривается финансирование уходных работ из расчета 1 га в год на 1 корову и 0,3 га в год на 1 козу;

2) выполнение ремонтно-эксплуатационных работ на внутрихозяйственных мелиоративных сетях. Учитывая влияние водного режима почвы на поступление радионуклидов в растениеводческую продукцию, ремонтно-эксплуатационные работы необходимо выполнять на открытых мелиоративных сетях, расположенных на территории сельскохозяйственных организаций с плотностью загрязнения цезием-137 5 Ки/кв. км и выше.

Одним из приоритетных исследований в части научного решения проблем по радиационной защите и адресному применению защитных мер является разработка системы мер по оптимизации использования загрязненных

радионуклидами дефляционноопасных земель, обеспечивающих получение продукции с минимальным содержанием радионуклидов и предотвращение деградации почв².

В рамках ранее реализованной Государственной программы на 2011–2015 гг. и на период до 2020 г. защитные мероприятия в сельскохозяйственном производстве выполнялись по 12 направлениям в более 430 хозяйствах 58 районов 6 областей Беларуси. За период 2016–2020 гг. на сельскохозяйственные земли, загрязненные радионуклидами, внесено более 430 тыс. тонн действующего вещества минеральных удобрений, в том числе фосфорных – 105 тыс. тонн, калийных – более 330 тыс. тонн; известковано 135 тыс. га кислых почв; проведены ремонтно-эксплуатационные работы на 7,1 тыс. километров внутрихозяйственных мелиоративных сетей; 1,2 млн га обследовано радиологически.

Известкование кислых почв, внесение в повышенных дозах калийных и фосфорных удобрений, наряду с процессами самоочищения почв сельскохозяйственных земель, позволили существенно снизить переход радионуклидов в продукцию растениеводства и животноводства. При этом количество молока в общественном секторе, загрязненного цезием-137 выше РДУ, снизилось: с 524 тыс. тонн в 1986 г. до 1,4 тыс. тонн в 2000 г. и до 1 тонны в 2015–2016 гг. В 2017–2019 гг. загрязненное молоко на перерабатывающие предприятия из общественного сектора не поступало.

Применение при откорме животных кормов с низким содержанием радионуклидов позволило исключить возврат скота с мясокомбинатов по результатам прижизненного радиометрического контроля. Количество мяса, загрязненного выше 500 Бк/кг, снизилось: с 21,1 тыс. тонн в 1986 г. до 100 килограммов в 2010 г. С 2011 г. мясо со сверхнормативным содержанием цезия-137 на переработку на предприятия мясной отрасли не поступало.

Особое внимание в развитии сельского хозяйства принадлежит отрасли кормопроизводства. На уровне государства есть четкое понимание, что минимальные потери органического вещества и азота торфа достигаются при значительном насыщении севооборотов многолетними травами.

Методика исследования

Применялась методика агрономической, зоотехнической, экологической и экономической оценки использования злаково-бобовых агрофитоценозов на торфяно-болотных мелiorированных почвах Припятского Полесья. За основу структуры севооборотов принят оптимальный набор культур, позволяющий обеспечить полноценную кормовую едини-

цу переваримым протеином и, как следствие, полноценное кормление КРС. Экологический подход позволит в течение полного вегетационного периода защитить почвы от дефляции и интенсивной минерализации органического вещества. В итоге экономическая оценка возможна с учетом комплекса исследуемых факторов земель региона Припятского Полесья.

Результаты исследований и их обсуждение

В структуре посевных площадей травопольно-зерновых и овощекормовых севооборотов многолетние травы должны занимать не менее 50 %, а в кормовых и лугопастбищных севооборотах – до 70–80 % севооборотной площади. Овощные севообороты на пойменных торфяниках без многолетних трав приводят к сильной деградации почв.

Схемы севооборотов зависят от климатических условий, специализации хозяйств и государственных заданий. Кормовые севообороты рекомендуется разворачивать на почвах с высоким и средним уровнем грунтовых вод (65–70 см от поверхности почвы).

В Белорусском Полесье на среднemosных торфах рекомендуется введение зернотравяных севооборотов. Здесь многолетние травы занимают не менее 5 полей, а зерновые культуры – 3–4 поля. На мелкозалежных торфяниках с мощностью торфа до 0,7 м рекомендуется возделывание многолетних трав с перезалужением через 5–7 лет.

В Украинском Полесье срок пользования многолетними травами в полевых севооборотах должен составлять от 4 до 6 лет в зависимости от их урожайности. Исследователи отмечали, что на глубоких и среднезалежных торфяниках многолетние травы должны занимать 50–65 % севооборотных площадей. Например, для Украины существует следующая схема кормового севооборота: 1–5 – многолетние травы, 6 – зерновые, 7 – картофель, 8 – кормовая свекла, 9 – однолетние травы; овощекормового: 1–4 – многолетние травы, 5 – картофель, 6 – столовая свекла, столовая морковь, 7 – капуста поздняя, 8 – однолетние травы. По пласту многолетних трав рекомендуется размещать озимую рожь и овес, по обороту пласта – картофель, ячмень, кормовую свеклу [1].

В сохранении органогенного горизонта почв в южных районах Беларуси многолетним травам отводится еще большая роль. Мелкозалежные торфяники должны отводиться под культурные сенокосы и пастбища. Состав травосмесей подбирается с учетом их зимостойкости и устойчивости к затоплению талыми водами (очень зимостойкие – тимopheевка луговая, лисохвост луговой, мятлик луговой и болотный; зимостойкие – овсяница луговая и тростниковидная, кострец безостый и двукисточник тростниковый; незимостойкие – ежа сборная). Наиболее устойчивы к затоплению двукисточник тростниковый и лисохвост луговой, также устойчивы тимopheевка луговая и кострец безостый. Самые скороспелые злаки – ежа сборная и лисохвост луговой, затем овсяница луговая и тростниковая, кострец безостый и двукисточник тростниковый. Тимopheевка луговая относится к среднеспелым злакам.

Травосмеси составляют с учетом приспособленности трав к почвенно-климатическим условиям с учетом сенокосного или пастбищного использования. Включение бобовых в травосмесь нецелесообразно на сильнокислых почвах ($\text{pH}_{\text{KCl}} < 4$). Нормы высева на 1 га в чистых посевах при 100%-й всхожести составляют: тимopheевка луговая – 14–16 кг; овсяница луговая – 20–22 кг; кострец безостый – 22–24 кг; лисохвост – 13–14 кг; мятлик луговой – 12 кг; двукисточник тростниковый – 15–16 кг [1].

На территории Лунинецкого р-на Брестской обл., в стационарных опытах Брестского филиала Республиканского научно-исследовательского унитарного предприятия «Институт радиологии», на торфяной маломощной почве получена за 4 года (2016–2019) наибольшая средняя продуктивность на сено 145,4 ц/га

многолетних злаково-бобовых трав (тимopheевка луговая, кострец безостый, овсяница луговая, лядвенец рогатый) при применении $N_{90}P_{90}K_{180}$. В стационарных опытах, проведенных Е. Б. Евсеевым, за 4 года на торфянисто-глеевой почве наибольшая средняя продуктивность на сено 114,5 ц/га злаковых трав (тимopheевка луговая, кострец безостый, овсяница луговая) получена при применении уровня удобрений $N_{140}P_{90}K_{150} + Cu_{80}$. На многолетних бобово-злаковых травах, при увеличении доз фосфорных и калийных удобрений от $P_{90}K_{120}$ до $P_{90}K_{180}$, окупаемость их прибавкой кормовых единиц возрастает с 4,9 до 7,3, а при повышении дозы калия до 240 кг/га окупаемость удобрений снижается. Наиболее высокая окупаемость 1 кг внесенного азота зафиксирована в варианте с N_{30} : 65,3 кг сена, или 33,3 корм. ед. При увеличении доз азотных удобрений до N_{60} и N_{90} наблюдается снижение их окупаемости прибавкой продукции [2].

На торфяной маломощной почве применение фосфорных и калийных удобрений в дозах $P_{90}K_{120}$ под многолетние бобово-злаковые травы обеспечивает рентабельность производства молока на уровне 21,6 %, а при повышении дозы калия до 180 кг/га уровень рентабельности достигает 24,3 %. Внесение K_{240} приводит к рентабельности до 24,2 %. При использовании многолетних бобово-злаковых трав для производства молока наиболее экономически эффективно дробное внесение N_{60} (30 кг/га азота удобрений под первый и 30 кг/га под второй укосы) на фоне $P_{90}K_{180}$. Прибыль составляет 251,4 руб./га (126,7 долл. США/га), а рентабельность производства – 55,0 % [2].

В опытах Института радиобиологии НАН Беларуси проводилась оценка зоотехнического качества сена многолетних злаковых трав, возделываемых на торфянисто-глеевой почве (табл. 1).

Содержание кормовых единиц в сухом веществе сена варьировало в пределах 0,55–0,61 и в среднем составило 0,59, а валовый их сбор – 33 ц/га. Наиболее высокое содержание кормовых единиц отмечено на контроле, фосфорно-калийных вариантах, а также на фоне $N_{140}P_{90}K_{150} + Cu_{80}$ (не ниже 0,60 в 1 кг сухого вещества; доза медьсодержащих удобрений Cu_{80} составляет 80 г на 1 га). При внесении азотных удобрений содержание кормовых единиц в сухом веществе снижается до 0,55–0,58. Наибольший сбор кормовых единиц отмечен

при внесении медного купороса в вариантах $N_{120}P_{90}K_{150} + Cu_{80}$ и $N_{140}P_{90}K_{150} + Cu_{80}$ – 45 ц/га и 43 ц/га соответственно [3].

Содержание сырой клетчатки в сухом веществе трав незначительно зависело от фона минерального питания и в среднем находилось на уровне 36 %. Содержание сырого жира на контроле и в вариантах $P_{90}K_{150-180}$ (2,1–2,3 %) в среднем было на 28 % выше, чем в вариантах с внесением азотных удобрений (1,7–1,9 %), сырой золы – в пределах 6,7–9,6 %. Ее наибольшее количество отмечено на контроле и фосфорно-калийных вариантах. Величина обменной энергии изменялась от 8,2 Мдж/кг в варианте $N_{120}P_{90}K_{180}$ до 8,7 Мдж/кг – на фоне $P_{90}K_{120}$ и $N_{140}P_{90}K_{150} + Cu_{80}$.

Содержание сырого протеина варьировало в пределах 7,9–10,6 %; более всего он зафиксирован в вариантах с внесением азота в дозе 140 кг/га д. в., а также в варианте $N_{140}P_{90}K_{150} + Cu_{80}$ (не ниже 10 %). При использовании медного купороса содержание протеина в варианте с дозой азотного удобрения 120 кг/га д. в. находилось на том же уровне, что и в варианте с дозой азота 140 кг/га д. в., тогда как без обработки растений медью данный фон имел один из самых низких показателей содержания протеина в сухом веществе во всей схеме опыта [3].

Согласно ГОСТу 4808-87, в целом по содержанию кормовых единиц и обменной энергии полученное сено можно отнести ко второму классу качества. Следовательно, использование в севообороте злаковых трав перспективно и оправдано с точки зрения насыщения зелеными кормами рациона кормления КРС [3].

На торфянисто-глеевой почве с запасом в ранневесенний период минерального азота (50–55 кг/га), высокой обеспеченностью подвижным фосфором (875 мг/кг), повышенной обеспеченностью подвижным калием (805 мг/кг) и средней обеспеченностью подвижной медью (7,15–7,99 мг/кг) наиболее эффективной системой удобрения многолетних среднеспелых злаковых трав является дробное применение N_{120} на фоне $P_{90}K_{150}$ совместно с некорневой подкормкой медью. Данная система удобрения обеспечивает условный чистый доход 94,07 руб./га (38,71 долл. США/га), рентабельность 17,1 % и окупаемость удобрений 18,3 кг сена, или 9,3 корм. ед. [3–5].

Таблица 1. Зоотехническая оценка сена многолетних злаковых трав (2019 г.)

Вариант		Корм. ед.	Сырая клетчатка	Сырой жир	Сырой протеин	Переваримый протеин	Сырая зола	Обменная энергия	Сбор корм. ед.
			%					Мдж/кг	ц/га
1	Контроль	0,61	35,3	2,2	9,9	5,8	9,1	8,6	20
2	P ₉₀ K ₁₂₀	0,62	34,9	2,3	9,7	5,7	9,6	8,7	21
3	P ₉₀ K ₁₅₀	0,61	35,4	2,3	9,4	5,3	9,4	8,6	24
4	P ₉₀ K ₁₈₀	0,60	35,7	2,1	8,4	4,3	8,5	8,6	25
5	N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₅₀	0,58	36,6	1,9	7,9	3,8	7,1	8,4	34
6	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀	0,57	36,9	1,6	8,5	4,4	6,8	8,4	35
7	N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₅₀	0,57	36,7	1,7	10,6	6,5	7,6	8,4	34
8	N ₁₀₀ P ₉₀ K ₁₈₀	0,56	37,4	1,6	8,1	4,0	7,0	8,3	37
9	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₈₀	0,55	37,8	1,8	9,3	5,3	7,2	8,2	38
10	N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₈₀	0,58	36,4	1,8	10,3	6,2	6,9	8,4	40
11	N ₁₂₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + Cu ₈₀	0,58	36,4	1,7	10,1	6,1	7,1	8,4	45
12	N ₁₄₀ P ₉₀ K ₁₅₀ + Cu ₈₀	0,61	35,1	1,7	10,3	6,2	6,7	8,7	43
Среднее		0,59	36	1,9	9,4	5,3	7,7	8,5	33

В связи с тем, что потери органического вещества при использовании почв в пропашном севообороте невосполнимы, очевидно, что возделывание многолетних трав экономически выгодно.

В последнее время все большее внимание уделяется луговодческому направлению в использовании торфяных почв загрязненных радионуклидами, созданию долголетних культурных сенокосов и пастбищ, особенно на почвах с мощностью торфа менее 1 м. Это направление наиболее перспективно с точки зрения сохранения торфяных почв и обеспечения животноводства дешевым полноценным кормом.

По сравнению со злаковыми травостоями бобово-злаковые травостои имеют ряд преимуществ: у них выше обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином; также на бобовых травостоях можно сэкономить азотные удобрения. В то же время бобово-злаковые травостои, в зависимости от срока сохранности бобовых трав, периодичности их подсева, имеют различную эффективность.

Наиболее результативны такие технологические приемы создания бобово-злаковых

травостоев, где меньше расходуются ресурсы и применяется естественный потенциал растений. Среди вариантов технологии создания бобово-злаковых травостоев с 6-летним циклом употребления особенно действенен бобово-злаковый травостой с 4-летним сохранением в травостоях клевера лугового сорта. Долголетний и использованием последствий биологического азота на 5-м и 6-м годах пользования, где экономия азотных удобрений составляет 75 кг/га д. в. при среднегодовых затратах 90,4 долл. США/га.

В структуре затрат технологии создания высокопродуктивных сенокосов с 6-летним циклом использования минеральные удобрения занимают 53 %, в том числе азотные – 22,1, фосфорные – 27,2, калийные – 3,7; содержание технических средств – 15,4, общехозяйственные и общепроизводственные затраты – 7,8, топливо – 13,8, семена – 8,6 %. Сдерживающим фактором перехода на интенсивные технологии создания высокопродуктивных сенокосов выступает в основном лимит фосфорных и азотных удобрений.

Замещение азотных удобрений путем насыщения бобовыми культурами злакового

травостоя позволяет сдвинуть рыночную равновесную цену с 421,1 тыс. руб. и объем производства 2673 т кормопротеиновых единиц до 380,2 тыс. руб. и объем производства 3105 т кормопротеиновых единиц, что показано на рисунке.

Рассчитанные зависимости прироста переваримого протеина от удельного веса бобовых в злаково-бобовом травостое и прироста переваримого протеина от действия азотных удобрений позволили установить компенсацию азотных удобрений бобовыми культурами. Так, содержание 20 % бобовых культур в злаково-бобовом травостое равносильно применению 60 кг азота в действующем веществе; экономический эффект составляет 460 руб./га, 50 % бобовых компенсируют 120 кг азота с эффективностью 810 руб./га.

Что касается эффективности использования ресурсов, то важное значение имеет поддержание заданного ботанического состава культур в травосмеси и более длительного срока их использования. Так, влияние срока использования злакового травостоя на ботанический состав выражается уравнением:

$$Y = 35 + 51,409X - 10,1X,$$

где Y – удельный вес высеваемой культуры;
 X – годы использования травостоя.

Высеваемая культура составляет более 60 % ботанического состава в течение 1-го – 6-го годов использования травостоя. Злаковые травостои

должны использоваться не менее 6 лет. Клевера выпадают из травостоя на втором – четвертом годах использования в зависимости от сорта, поэтому им уделяют меньше внимания.

Экономическая эффективность предполагает максимальную отдачу от используемых ресурсов, в противном случае расход ресурса становится непродуктивным. На сенокосах со злаковым травостоем предельный продукт переваримого протеина в ц на 1 кг N (0,136) достигается при 180 кг/га д. в. азотных удобрений. Более низкие и более высокие дозы азотных удобрений менее эффективны с позиции окупаемости ресурса производимой продукцией.

По мере насыщения бобово-злаковых травостоев бобовыми культурами обеспечивается общий прирост переваримого протеина до 50 % участия бобовых в травостое, где прирост переваримого протеина составляет 0,85 т с 100 га за 6-летний период на 1 % участия бобовых. При 40 и 60 % бобовых в травостое предельный продукт составляет соответственно 0,616 и 0,585 т. Следовательно, с позиции окупаемости бобовых культур переваримым протеином наиболее эффективным является 50 % участия бобовых в злаково-бобовом травостое. При более низком насыщении бобовыми культурами (до 50 %) ресурс недоиспользуется, а при более высоком насыщении (более 50 %) он применяется неэффективно (рисунок).

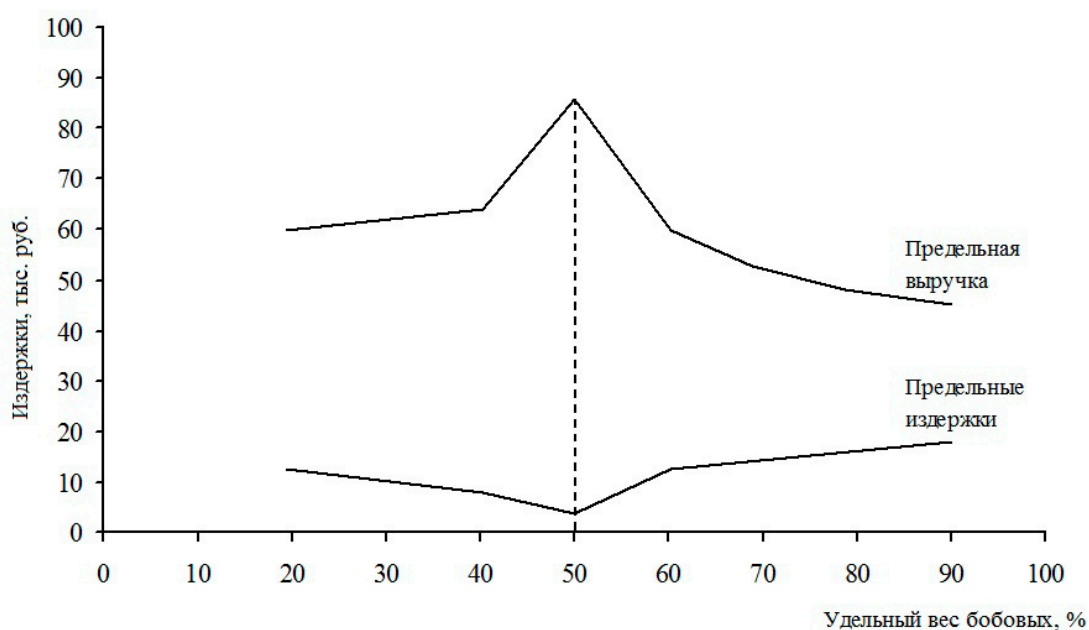


Рисунок. Взаимосвязь между выручкой от прироста переваримого протеина и дополнительными издержками на его производство

Исследования показали, что бобовые культуры следует рассматривать, во-первых, как самостоятельный ресурс, во-вторых, необходимо расширить перечень контролируемых показателей, таких как фосфорные, калийные, азотные удобрения, путем введения ресурса «Бобовые травы» в бобово-злаковый травостой с параметром 50 %.

Для энергетической оценки различных технологий создания сенокосов можно использовать биоэнергетический коэффициент, который означает отношение совокупной энергии, заключенной в использовании основных и оборотных средств, затрат труда и электроэнергии на выполнение конкретной технологии, к энергии, аккумулированной в урожае, полученном в результате реализации этой технологии.

Учитывая биоэнергетические коэффициенты, полученные по различным технологиям создания сенокосов (табл. 2), можно утверждать, что наиболее эффективны с точки зрения использования энергетических ресурсов

следующие технологии коренного улучшения сеянных сенокосов:

- для вариантов с посевом одновидовых злаковых трав – овсяница тростниковидная при поемности 10 суток и на фоне минеральных удобрений $N_{75}P_{45}K_{120}$, при двуукосном использовании (коэф. 4,96);
- для вариантов с посевом одновидовых бобовых трав – клевер гибридный при поемности 10 суток и двуукосном использовании (коэф. 5,47) на фоне минеральных удобрений $P_{45}K_{90}$;
- для вариантов с посевом злаковых травосмесей – кострецово-двукосточниково-мятликовая травосмесь при регулируемой поемности 10 суток и двуукосном использовании (коэф. 6,34) на фоне минеральных удобрений $N_{75}P_{45}K_{120}$;
- для вариантов с посевом злаково-бобовых травосмесей при поемности 10 суток – травосмесь, состоящая из костреца безостого, клевера гибридного и клевера лугового, с фоном минеральных удобрений $P_{45}K_{90}$ при двуукосном использовании (коэф. 6,38).

Таблица 2. Энергетическая оценка технологии создания сеянных сенокосов

Вариант создаваемых травостоев	Минеральные удобрения, кг/га	Длительность затопления	Количество укосов	Сбор сухого вещества, т/га	Энергия, аккумулированная в урожае, МДж/га	Затраты совокупной энергии, МДж/га	Биоэнергетический коэффициент
1	2	3	4	5	6	7	8
I. Одновидовые посевы злаковых трав							
1. Кострец безостый	$N_{60}P_{45}K_{90}$	10	2	6,758	127 794	30 311,5	4,22
2. Двукосточник тростниковый	$N_{60}P_{45}K_{90}$	10	2	6,480	122 537	29 899,7	4,10
3. Тимофеевка луговая	$N_{60}P_{45}K_{90}$	10	2	6,060	114 595	24 882,0	4,61
4. Овсяница тростниковидная	$N_{60}P_{45}K_{90}$	10	2	6,590	124 617	25 114,0	4,86
5. Овсяница луговая	NPK	10	2	5,640	106 652	24 699,0	4,32
II. Одновидовые посевы бобовых трав							
1. Клевер луговой	$P_{45}K_{90}$	10	2	6,790	128 399	25 253,0	5,08
2. Клевер гибридный	$P_{45}K_{90}$	10	2	7,370	139 367	25 474,0	5,47
3. Клевер ползучий	$P_{45}K_{90}$	10	2	6,050	114 405	24 912,0	4,59
4. Лядвенец рогатый	$P_{45}K_{90}$	10	2	6,510	123 104	25 152,0	4,89

1	2	3	4	5	6	7	8
<i>III. Создание злаковых травостоев</i>							
1. Кострец – двукисточн. – мятлик	N ₇₅ P ₄₅ K ₁₂₀	10	3	10,110	196853	25 160,0	6,34
	N ₇₅ P ₄₅ K ₁₂₀	10	3	8,920	168677	31 963,0	5,28
2. Кострец – двукисточн. – мятлик	N ₂₂₅ P ₉₀ K ₂₄₀	10	3	11,330	214250	52 362,7	4,09
	N ₂₂₅ P ₉₀ K ₂₄₀	10	4	10,500	498555	46 145,0	4,30
3. Лисохвост – двукисточн. – мятлик	N ₇₅ P ₄₅ K ₁₂₀	10	2	9,180	173593	30 351,2	5,72
	N ₇₅ P ₄₅ K ₁₂₀	10	3	8,610	162815	31 071,8	5,24
4. Лисохвост – двукисточн. – мятлик	N ₂₂₅ P ₉₀ K ₂₄₀	10	3	10,790	204038	46 360,8	4,40
	N ₂₂₅ P ₉₀ K ₂₄₀	10	3	10,490	198365	47168,8	4,21
<i>IV. Создание злаково-бобовых травостоев</i>							
1. Кострец безост., двукисточн. трост., клевер ползучий, клевер луговой	P ₄₅ K ₁₂₀	10	2	8,460	159979	26 254,0	6,09
	P ₄₅ K ₁₂₀	15	2	7,530	142932	25 795,0	5,52
2. Кострец безост., клевер гибр., клевер луг., люцерна посевная	P ₄₅ K ₁₂₀	10	2	8,920	168677	26454,0	6,38
	P ₄₅ K ₁₂₀	15	2	8,400	158844	26 227,0	6,06
3. Кострец безост., клевер луг., клевер гибр.	P ₄₅ K ₁₂₀	10	2	7,970	150 713	26 040,0	5,79
	P ₄₅ K ₁₂₀	15	2	7,900	149 388	26 010,0	5,70
4. Клевер луг., клевер гибр., люцерна посев.	P ₄₅ K ₁₂₀	10	2	8,400	158 844	26 227,0	6,06
	P ₄₅ K ₁₂₀	15	2	9,040	170 946	26 507,0	6,45

Наиболее эффективна технология коренного улучшения сеяных сенокосов, предусматривающая использование биологического азота за счет посева злаково-бобовых травосмесей (коэф. 5,52–6,45).

Согласно технологии затраты на выращивание злаково-бобовой травосмеси, состоящей из костреца безостого, двукисточника тростниковидного, клевера ползучего и клевера лугового в объеме 846 т сухого вещества в расчете на 100 га, составляют следующие расходы: топлива – 21,6 т; электроэнергии – 8 кВт·ч; семян – 1,4 т; фосфорных удобрений – 11,25 т; калийных удобрений – 20 т, при этом затраты труда составляют 2184,5 чел.-ч.

В результате применения технологии совокупные затраты энергии составят

26 254 МДж, в том числе от использования основных средств – 5866, оборотных средств – 20 388, из них: топливо – 17 558, удобрения – 1563, затраты труда – 996, семена – 39, а энергия, аккумулированная в полученном урожае (846 т сухого вещества), составит 159 979 МДж. Биоэнергетический коэффициент равен 6,09. Накопленная чистая энергия – 133 795 МДж.

Основная причина неустойчивости урожаев бобово-злаковых травостоев на пойменных землях – низкий уровень агротехники. При соблюдении надлежащих правил технологического комплекса создания и использования бобово-злаковых ценозов достигается высокая продуктивность последних.

Заключение

В результате исследований выявлено, что экономически обоснованное внедрение интенсивных технологий (в частности, бобо-

во-злаковых травостоев) приводит к совершенствованию хозяйственного механизма производства продукции.

В первую очередь требуется увеличение посевов бобовых и злаково-бобовых трав в структуре кормовых угодий. При росте доли бобовых компонентов в агроценозах будет повышаться зоотехническое качество кормов, что позволит насыщать кормовые рационы КРС переваримым протеином на уровне более 100 г/кг.

Обеспечение посевов многолетних трав на торфяных почвах будет способствовать эколо-

гическому сохранению и восстановлению торфяно-болотных угодий региона Припятского Полесья. Повышение агротехнического уровня комплекса создания и использования бобово-злаковых ценозов будет содействовать высокой эффективности кормового подкомплекса АПК как первоочередной цели программы по продовольственной безопасности Республики Беларусь.

Библиографический список

1. Филипенко, В. С. Создание контурно-экологических сенокосооборотов с использованием бобово-злаковых травостоев / В. С. Филипенко, С. В. Тыновец, Д. В. Куземкин // Вестн. Полес. гос. ун-та. Сер. Биологические науки. – 2015. – № 2. – С. 34–41.
2. Эффективность применения минеральных удобрений под многолетние бобово-злаковые травы на антропогенно-преобразованной торфяной почве / Н. Н. Цыбулько, И. И. Жукова, А. В. Шашко, С. С. Романенко // Мелиорация. – 2018. – № 2. – С. 43–50.
3. Цыбулько, Н. Н. Эффективность применения минеральных удобрений под многолетние злаковые травы на торфянисто-глеевой почве / Н. Н. Цыбулько, Е. Б. Евсеев, И. И. Жукова // Мелиорация. – 2020. – № 3. – С. 65–70.
4. Цыбулько, Н. Н. Агрономическая и экономическая эффективность применения минеральных удобрений под многолетние злаковые травы на торфянисто-глеевой почве / Н. Н. Цыбулько, Е. Б. Евсеев, И. И. Жукова // Почвоведение и агрохимия. – 2021. – № 1. – С. 113–119.
5. Рекомендации по применению минеральных удобрений при возделывании многолетних среднеспелых злаковых травосмесей на загрязнённых ¹³⁷Cs антропогенно-преобразованных торфяных почвах / Г. В. Седукова, С. А. Исаченко, Е. А. Тимченко, Л. И. Козлова, Е. Б. Евсеев. – Гомель : Институт радиобиологии, 2020. – 26 с.

Поступила 10 августа 2022 г.