

ISSN 2070–4828

МЕЛИОРАЦИЯ

Научный журнал

№ 1(99)

Основан в 1951 году
Выходит 4 раза в год

Январь – март, 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 15.03.2022 г. Формат 60x84 1/8.
Уч.-изд. л. 5,05. Усл. печ. л. 6,97. Заказ 73. 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



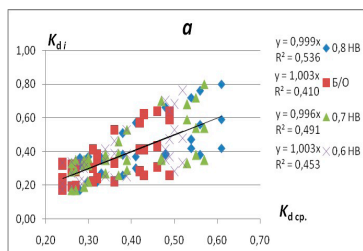
А. С. Анженков, Н. Н. Линкевич
**Состояние мелиоративных систем в Беларуси:
 задачи и перспективы**
A. S. Anzhenkov, N. N. Linkevich
**State of land reclamation systems in Belarus:
 challenges and prospects**

5



*А. И. Митрахович, В. М. Макоед, С. М. Лавушев,
 А. П. Сергеев*
**Применение дренажных геокомполитов
 на мелиоративных системах**
*A. I. Mitrakhovich, V. M. Makoed, S. M. Lavushev,
 A. P. Sergeenya*
**The application of drainage geocomposites
 on reclamation systems**

13

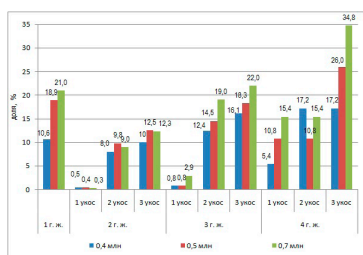


С. В. Набздоров, А. П. Лихацевич, Г. В. Латушкина
**Оценка точности расчета водопотребления сахарной
 свеклы с использованием биоклиматического метода**
S. V. Nabzdorov, A. P. Likhatshevich, G. V. Latushkina
**Assessment of accuracy of calculation water consumption
 of sugar beet using bioclimatic method**

22

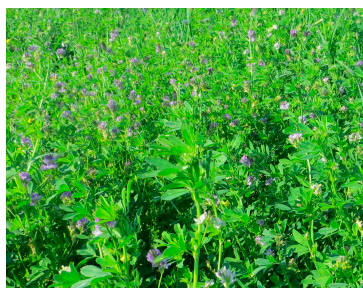
Луговоеводство и кормопроизводство

Meadow cultivation and forage production



А. Л. Бирюкович, Р. Т. Пастушок
**Урожайность и ценотическая активность
 чины многолетней Журавушка в смеси
 с тимopheевкой луговой на торфяной почве**
A. L. Biryukovich, R. T. Pastushok
**Yield and coenotic activity of Lathyrus Sylvestris L.
 in a mixture with Meadow Timothy on peat soil**

29



*Н. Ф. Надточаев, А. Н. Романович, Д. Н. Володькин,
 Д. А. Мочалов*
**Продуктивность и питательная ценность трав,
 возделываемых с люцерной посевной**
*N. F. Nadtochayev, A. N. Romanovich, D. N. Volodzkin,
 D. A. Mochalov*
**Nutritional value and productivity of herbs,
 cultivated in a mixture with Alfalfa Seed**

35



В. М. Макаро, С. В. Гавриков, Б. И. Бабич

**Особенности формирования кормовых агроценозов
многолетних трав с редькой масличной**

V. M. Makaro, S. V. Gavrikov, B. I. Babich

**Features of the formation of fodder agrocenoses of perennial
grasses with Oil Radish**

42



Л. Н. Иовик, М. М. Дашкевич

**Вынос ячменем элементов питания и их баланс
при применении известковых мелиорантов на средне-
кислой дерново-подзолистой супесчаной почве**

L. N. Iovik, M. M. Dashkevich

**The nutrient removing by Barley and nutrient balance during
ameliorants application on sod-podzolic sandy loam soil**

48

Наши юбиляры



Our Jubilees

АНАТОЛИЙ ПАВЛОВИЧ ЛИХАЦЕВИЧ (к 75-летию)

54

НИКОЛАЙ НИКИТИЧ ПОГОДИН (к 80-летию)

56

ЕВГЕНИЙ АДАМОВИЧ КОНОПЛЕВ (к 85-летию)

58

Чтобы помнили



To be remembered

КАЛМАН ПЕЙСАХОВИЧ ЛУНДИН (к 120-летию)

59

• МЕЛИОРАЦИЯ •

УДК 631.6 (476)

СОСТОЯНИЕ МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМ В БЕЛАРУСИ: ЗАДАЧИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

А. С. Анженков¹, кандидат технических наук

Н. Н. Линкевич², кандидат технических наук

¹РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Аннотация

Проанализированы состав и структура земельных ресурсов и осушенных земельных ресурсов Республики Беларусь по видам земель и в разрезе областей. Приведены объемы неотложных ремонтно-эксплуатационных работ, проводимых в стране, дан анализ технического состояния мелиоративных систем. Изложены задачи подпрограмм «Инженерные противопаводковые мероприятия» и «Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения» Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг.

Ключевые слова: структура земельных ресурсов, осушенные земельные ресурсы, техническое состояние, ремонтно-эксплуатационные работы, мелиоративные системы, мелиоративные мероприятия, объем.

Abstract

A. S. Anzhenkov, N. N. Linkevich

STATE OF LAND RECLAMATION SYSTEMS IN BELARUS: CHALLENGES AND PROSPECTS

The composition and structure of land resources and drained land resources of the Republic of Belarus are analyzed by types of land and by regions. The volumes of urgent repair and maintenance work in the country are given and an analysis of the technical condition of land reclamation systems is given. The tasks of subprogram «Engineering anti-flood measures» and subprogram «Development of land reclamation for agricultural purposes» of the State program «Agrarian business» for 2021–2025 are outlined.

Keywords: structure of land resources, drained land resources, technical condition, repair and maintenance works, land reclamation systems, reclamation activities, amount.

Введение

В Республике Беларусь сочетание климатических, почвенных, гидрологических, гидрогеологических, геоморфологических и других условий привело к развитию процессов заболачивания почв на больших площадях: в начале XIX в. общая площадь переувлажненных и заболоченных, но потенциально плодородных земель на ее территории превышала 8 млн га; в некоторых районах заболоченность достигала 80 %. Поскольку Беларусь относится к наиболее увлажненным странам Европы, то естественно, что мелиорация в подобных условиях является одним из главных факторов повышения продуктивности и интенсифика-

ции сельскохозяйственного производства, создания современной инфраструктуры сельского быта.

В течение 1990-х – 2000 гг. в стране произошла переориентация технической политики по мелиорации земель. Если раньше мелиораторы занимались в основном осушением переувлажненных и заболоченных земель для нужд сельского хозяйства, то сейчас основное внимание уделяется совершенствованию эксплуатации и реконструкции уже построенных мелиоративных систем: управлению водным режимом, задержанию и сохранению водных

запасов, поддержанию всех сооружений мелиоративных систем в исправном состоянии путем своевременного проведения регламентных работ по техническому уходу и ремонту, реконструкции водорегулирующих

и переездных сооружений (шлюзов-регуляторов, труб-регуляторов, труб-переездов, паводковых водосбросов и др.) и мелиоративных систем.

Основная часть

По данным реестра земельных ресурсов, по состоянию на 1 января 2021 г. общая площадь земель в Беларуси составляет 20 760,9 тыс. га, в том числе сельскохозяйственных земель – 8283,9 тыс. га (39,90 % территории страны), из них пахотных – 5660,0 тыс. га (68,3 % от общей площади сельскохозяйственных земель), луговых – 2520,8 тыс. га (30,4 % соответственно), залежных – 3,1 тыс. га (0,1 %), под постоянными культурами – 100 тыс. га (1,2 %). Среди луговых земель 1767,3 тыс. га (70,1 %) составляют улучшенные [1]. При анализе многолетней динамики луговых естественных земель прослеживается тенденция сокращения их площади (с 1017,8 тыс. га в 2003 г. до 753,5 тыс. га в 2020 г.). Заболочено 88,9 тыс. га (11,8 %) естественных луговых земель, закустарено 133,6 тыс. га (17,7 %).

В структуре земельных ресурсов по видам земель в Беларуси преобладают лесные и сельскохозяйственные земли, доля площади которых составляет соответственно 42,7 и 39,9 %. Сохраняется устойчивая многолетняя тенденция сокращения площади сельскохозяйственных земель (с 9391,1 тыс. га в 1992 г. до 8283,9 тыс. га в 2020 г.), земель под болотами (с 972,2 тыс. га в 1992 г. до 783,1 тыс. га в 2020 г.), земель нарушенных, неиспользуемых и иных (с 944,6 тыс. га в 1992 г. до 483,0 тыс. га в 2020 г.), земель общего пользования (с 281,4 тыс. га в 1992 г. до 120,2 тыс. га в 2020 г.) и увеличения площади, занятой лесными землями (с 7488,2 тыс. га в 1995 г. до 8865,1 тыс. га в 2020 г.), землями под древесно-кустарниковой растительностью (насаждениями) (с 789,2 тыс. га в 1995 г. до 957,3 тыс. га в 2020 г.), землями под застройкой (с 146,6 тыс. га в 1992 г. до 431,8 тыс. га в 2020 г., то есть в 2,9 раза с 1992 г.) и под дорогами и иными транспортными коммуникациями (с 332,1 тыс. га в 1992 г. до 373,2 тыс. га в 2020 г.). Площадь земель под водными объектами отличается стабильностью и практически полным отсутствием динамики (по состоянию на 1 января 2021 г. – 463,3 тыс. га) [1, 2].

Общая площадь мелиорированных (осушенных и орошаемых) земель в Беларуси составляет по состоянию на 1 января 2021 г. 3454,8 тыс. га (16,64 % территории страны), из них осушенных – 3424,5 тыс. га. Осушено 2846,1 тыс. га сельскохозяйственных земель (34,4 % от их общей площади), в том числе 1453,4 тыс. га пахотных земель (25,7 % от общей площади пахотных земель страны); 1386,9 тыс. га луговых земель (55,0 % от общей площади луговых земель страны), из них 1183,9 тыс. га – улучшенных луговых земель (67,0 % от общей площади улучшенных луговых земель страны); 0,5 тыс. га залежных земель (16,1 % от общей площади залежных земель страны); 5,3 тыс. га земель под постоянными культурами (5,3 % от общей площади земель под постоянными культурами страны) [1, 2].

Анализ многолетней динамики осушенных земель выявляет тенденцию сокращения площади осушенных луговых земель (с 1650,2 тыс. га в 2003 г. до 1386,9 тыс. га в 2020 г.) и увеличения площади осушенных пахотных земель (с 1234,4 тыс. га в 2003 г. до 1453,4 тыс. га в 2020 г.).

Состав и структура осушенных земельных ресурсов Беларуси по видам земель представлена на рисунке, где за 100 % принимается общая площадь осушенных земель – 3424,5 тыс. га (по состоянию на 1 января 2021 г.).

Следует отметить, что состав и структура использования осушенных сельскохозяйственных земель, а также объемы ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах существенно различаются по областям, районам и хозяйствам. Так, площадь осушенных земель составляет в Брестской обл. 759,3 тыс. га, Минской – 708,0 тыс. га, Гомельской – 656,2 тыс. га, Витебской – 631,8 тыс. га, Могилевской – 337,6 тыс. га и Гродненской – 331,6 тыс. га [1]. Максимальная площадь осушенных сельскохозяйственных земель – в Брестской области (687,9 тыс. га, или 24,2 % от общей площади осушенных сельскохозяйственных

земель страны), минимальная – в Могилевской (262,5 тыс. га, или 9,2 %).

Площадь орошаемых земель составляет 30,3 тыс. га, в том числе пахотных земель – 24,9 тыс. га (0,44 % от общей площади пахотных земель страны); луговых земель – 5,0 тыс. га (0,2 % от общей площади луговых земель страны); земель под постоянными культурами –

ми – 0,4 тыс. га (0,4 % от общей площади земель под постоянными культурами страны). Площадь орошаемых земель составляет в Могилевской обл. 15,5 тыс. га, Брестской – 4,9 тыс. га, Гомельской – 4,4 тыс. га, Минской – 1,9 тыс. га, Витебской – 2,0 тыс. га и Гродненской – 1,6 тыс. га [1].

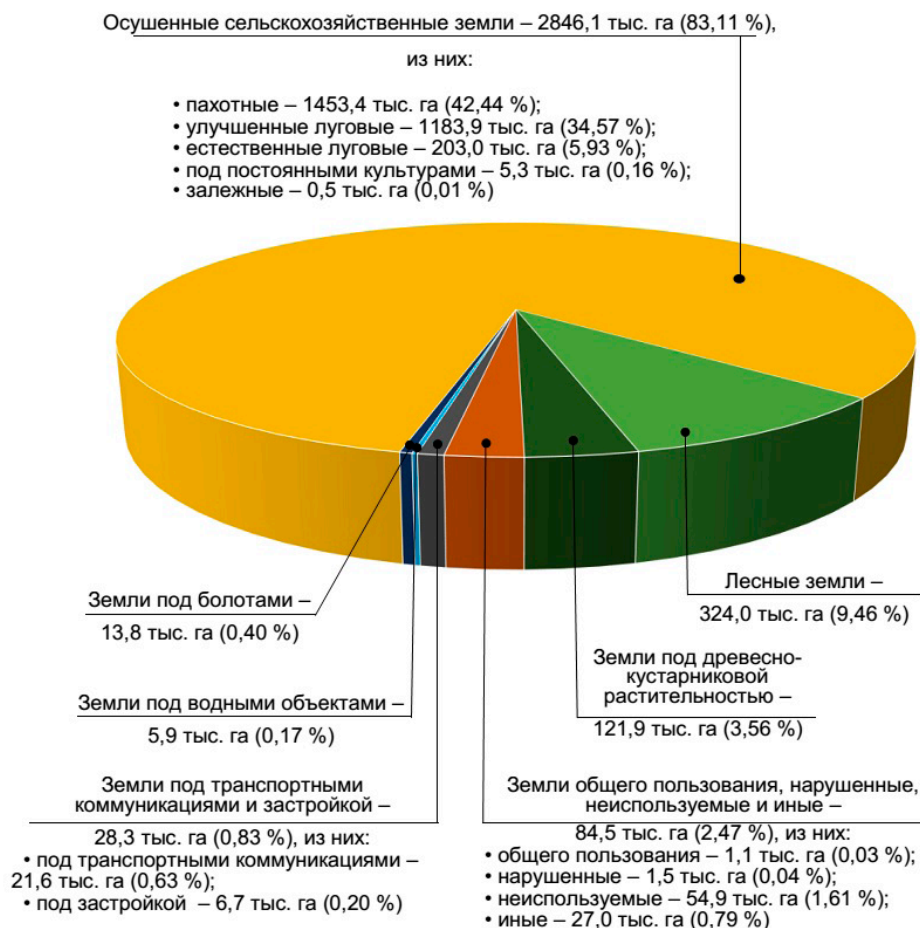


Рисунок. Состав и структура осушенных земельных ресурсов Республики Беларусь по видам земель

Основная часть мелиорированных земель (62 %) приходится на Брестскую, Гомельскую и Минскую области. В 22 районах Беларуси мелиорированные земли, составляя более 50 % площади сельскохозяйственных земель, обеспечивают производство основной доли продукции растениеводства.

Более половины мелиорированных сельскохозяйственных земель занимают земли с песчаными и супесчаными почвами, что требует реализации культуртехнических мероприятий и значительных затрат на их проведение. Основная доля таких земель приходится на Брестскую и Гомельскую области. В Витебской и Могилевской областях, а также в се-

верной части Минской обл. среди осушенных земель преобладают связные минеральные (суглинистые и глинистые) почвы. Наиболее высокая распаханность осушенных сельскохозяйственных земель (удельный вес пахотных земель) – в Витебской (72,9 % от общей площади осушенных сельскохозяйственных земель области), Гомельской (55,5 %) и Минской (52,8 %) областях. Доля улучшенных луговых земель в Витебской (22,46 % от общей площади осушенных сельскохозяйственных земель области), Могилевской (37,56 %) и Гомельской (38,24 %) областях меньше, чем в среднем по стране (41,60 %). Здесь отмечается дефицит высокопродуктивных сенокосов и пастбищ.

В настоящее время в Беларуси используется 693 тыс. га сельскохозяйственных земель с торфяными почвами, проводятся работы по сокращению использования таких земель в качестве пахотных [3].

Для рентабельного сельскохозяйственного производства на осушенных землях необходимо оптимизировать структуру сельскохозяйственных земель и посевных площадей с учетом особенностей водного режима, присущих почвам различного гранулометрического состава, и возрастания доли культур, устойчивых к динамике изменения водного режима мелиорированных земель. Необходимо разработать и провести комплекс мероприятий по предотвращению деградации торфяных почв, рациональному использованию деградированных торфяных почв, экологической реабилитации малоплодородных постторфяных песчаных почв и выработанных торфяных месторождений. При сохранении текущих тенденций к изменениям климата и интенсивности использования земель свойства дефляционно опасных почв могут продолжать ухудшаться.

На мелиорированных землях производится треть растениеводческой продукции, в том числе свыше половины зеленых кормов, необходимых для животноводческой отрасли.

Для обеспечения соблюдения проектных норм осушения земель в Беларуси построено 4948 мелиоративных систем, существенно различающихся по своим характеристикам и техническому уровню вследствие региональных климатических факторов (воды, температуры, осадков, ветра и др.), рельефа, типа почв, структуры использования мелиорированных земель и др. В составе мелиоративных систем используется сложный комплекс гидротехнических и других сооружений (164,6 тыс. км каналов и водоприемников, 997 тыс. км закрытой дренажной сети, 3,6 тыс. мостов, 2,4 тыс. шлюзов-регуляторов, 27,5 тыс. труб-регуляторов, 61,4 тыс. труб-переездов, 542 насосные станции, 4,9 тыс. км защитных и ограждающих дамб, 18,1 тыс. км эксплуатационных дорог, 1002 пруда и водохранилища). Площадь земель, мелиорированных с применением закрытого дренажа, составляет 2,2 млн га (64 % общей площади мелиорированных земель). На площади 701,9 тыс. га (всего 1607 мелиоративных систем) построены

системы с двусторонним регулированием водного режима, в том числе на орошаемых землях (10,2 тыс. га). На площади 252,6 тыс. га созданы польдерные мелиоративные системы [3].

Согласно экспертным данным, в период весенних половодий площадь затопления бассейна р. Припять составляет около 520 тыс. га, где расположено 342 населенных пункта. Наводнения наносят значительный ущерб экономике Полесского региона: затопление и подтопление земель негативно влияют на условия жизни людей, ведение сельскохозяйственного производства; подтопление сельскохозяйственных земель приводит к уменьшению их продуктивности и в большинстве случаев – к гибели урожая. В среднем на затопляемых территориях урожайность сельскохозяйственных культур на 50–75 % ниже, а себестоимость продукции на 20–50 % больше.

В 2016–2019 гг. паводков высокой водности в Беларуси не отмечалось, но в 2018 г. паводком были подтоплены территории 19 административных районов: 24 населенных пункта, 25 жилых домов, 191 подворье, 81 хозяйственная постройка, 7 мостов, 20 участков автомобильных дорог, 7 садовых товариществ. В 2020 г. в Дрогичинском р-не в результате затопления летним паводком 300 га сельскохозяйственных земель ущерб составил 1,2 млн рублей [3].

Мелиоративные системы и их элементы в условиях длительной эксплуатации становятся непригодными для интенсивного растениеводства: изменяются продольный и поперечный профили каналов вследствие заиливания, размыва, обрушения откосов и дна каналов, из-за осадки грунта, зарастания их древесно-кустарниковой и иной растительностью; зарастают и разрушаются дренажные линии, уменьшается глубина их залегания в связи с осадкой торфяной залежи после осушения и сработкой торфа при освоении земель, уплотнением сельскохозяйственной техникой и разложением торфа; разрушаются водорегулирующие и другие сооружения, их крепления и облицовка; меняются состояние поверхности и структура почвы в результате уплотнения сельскохозяйственной техникой. В итоге нарушаются оптимальные агротехнические сроки посева и уборки сельскохозяйственных растений, условия их выращивания, значительно снижается продуктивность мелиорированных земель.

Согласно материалам инвентаризации мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений по состоянию на 1 января 2019 г., требуется реконструкция мелиоративных систем на площади 339,1 тыс. га, в том числе в Брестской обл. – 87,3 тыс. га, Витебской – 53,2 тыс. га, Гомельской – 56,6 тыс. га, Гродненской – 37,9 тыс. га, Минской – 59,5 тыс. га и Могилевской обл. – 44,6 тыс. га. Это касается преимущественно мелиоративных систем, построенных в 1950–1970-х гг.: их нормативные сроки эксплуатации закончились, они физически износились.

На мелиоративных системах Беларуси 1850 водорегулирующих и переездных сооружений (в Брестской обл. – 652, Витебской – 87, Гомельской – 280, Гродненской – 11, Минской – 663 и Могилевской – 157 единиц), или 2,12 % от общего их количества (всего 87 286 единиц), требуют проведения работ по реконструкции (из них 222 моста, 168 шлюзов-регуляторов, 1460 труб-регуляторов) [3]. С 2019 г. началась реконструкция основных гидротехнических и переездных сооружений, в том числе расположенных на автомобильных дорогах, состояние которых не соответствовало техническим нормам эксплуатации. За 2019–2020 гг. выполнена реконструкция 35 сооружений [4]. На 2021–2025 гг. запланирована реконструкция 136 водорегулирующих и переездных сооружений (или 7,35 % от нуждающихся в ней), из них в Брестской области – 22, Витебской – 10, Гомельской – 46, Гродненской – 11, Минской – 27 и Могилевской – 20 [3].

Помимо этого, нуждаются в ремонте 13 910 таких сооружений (или 15,94 % от их общего количества). В течение 2021–2025 гг. предусмотрен ремонт 9665 единиц (в Брестской обл. – 3050, Витебской – 570, Гомельской – 2145, Гродненской – 765, Минской – 2530 и Могилевской – 605), что составляет 69,48 % от числа нуждающихся в ремонте: то есть ежегодно необходимо чинить в среднем 1931 единицу. Также требуется ремонт открытой сети протяженностью 16 683,0 км (или 10,13 % от общей протяженности открытой сети, которая составляет 164 643,0 км). Ежегодная потребность в эксплуатационной очистке каналов составляет 23 248,0 км (14,12 % от общей протяженности открытой сети). В вышеуказанный период ремонту и эксплуатаци-

онной очистке каналов и водоприемников от заиления подлежат в среднем 4627,2 км в год. Отмечено, что 15 040,0 км мелиоративных каналов (то есть 9,13 %) заросли древесно-кустарниковой растительностью (ДКР); их очистка от ДКР предусмотрена в среднем по 3,0 тыс. км в год [3].

Ежегодная потребность в окашивании каналов, водоприемников, эксплуатационных дорог и защитных дамб составляет 160 тыс. км (86,27 % от общей протяженности линейных сооружений – всего 185 466,1 км). На 2021–2025 гг. запланировано окашивание 445,5 тыс. км, или в среднем 89,1 тыс. км в год (55,7 % от протяженности таких сооружений, ежегодно нуждающихся в окашивании) [3].

Мелиорированным землям на площади 136 тыс. га требуется проведение культуртехнических работ и агромелиоративных мероприятий: расчистка от древесно-кустарниковой растительности, мха и кочек, корчевка пней, организация поверхностного водного стока, в том числе планировка поверхности, узкозагонная вспашка, бороздование, глубокое безотвальное рыхление, щелевание и кротование почвы и др. [3]. В 2016–2020 гг. культуртехническая мелиорация осуществлялась в Витебской и Гродненской областях на площади 106,66 га: на 32 и 74,66 га соответственно [4].

По экологическим и экономическим соображениям на сельскохозяйственных землях площадью 76,4 тыс. га реконструкция осушительных, осушительно-увлажнительных систем и сооружений нецелесообразна, поэтому они подлежат переводу в другие виды земель с обеспечением экологической безопасности окружающей среды [3].

В 2016–2020 гг. в Беларуси реконструированы мелиоративные системы на площади 172,3 тыс. га; в сельскохозяйственный оборот введены 7,4 тыс. га новых высокоплодородных мелиорированных земель; в наиболее паводкоопасных районах Полесья от паводков защищены населенные пункты и сельскохозяйственные земли (10,7 тыс. га) [4]. Срок окупаемости инвестиционных проектов реконструкции осушительных, осушительно-увлажнительных систем составляет от 9 до 12 лет. Ежегодный прирост по реконструируемым объектам со-

ставляет не менее 40 центнеров кормовых единиц с гектара [4].

С 2016 по 2020 гг. на мелиоративных системах Беларуси ежегодно выполнялся комплекс неотложных ремонтно-эксплуатационных работ:

- окашивание более 95 тыс. км каналов;
- очистка от сверхнормативного заиления 9,9 тыс. км каналов и 4,5 тыс. км — от кустарника;
- ремонт 2,2 тыс. водорегулирующих и переездных сооружений;
- работы по управлению водным режимом на мелиорированных землях.

Все это позволило обеспечить на осушенных землях необходимые водный, воздушный и тепловой режимы почв для выращивания на них сельскохозяйственной продукции на площади более 2,6 млн га, что может привести к приросту сельскохозяйственной продукции с мелиорированных земель в объеме 8 центнеров кормовых единиц с гектара [4].

Анализ технического состояния мелиоративных систем в системе государственного учета показал, что мелиоративные системы, построенные в 1950–1970-х гг., выходят из строя быстрее, чем выполняются предписываемые объемы работ, а причина этого кроется в недостаточном финансировании эксплуатационных мероприятий. При этом и по техническому исполнению, и по своим возможностям осушительно-увлажнительные системы (ОУС) далеко не равноценны. Соответственно, и технологии управления водным режимом не могут быть одинаковыми для всех ОУС.

Как практика, так и нормативные источники свидетельствуют о необходимости проведения капитального ремонта элементов мелиоративных систем через 10–20 лет после введения их в строй [5]. Превышение указанных сроков использования мелиоративных систем без ремонта ведет к недобору сельскохозяйственной продукции даже при оптимальных погодных условиях, не говоря уже об экстремальных. Так, на мелиоративных системах на 20-й год их эксплуатации недобор продукции может составлять до 15 центнеров кормовых единиц с гектара. Мировой опыт показывает, что поддержание в работоспособном состоянии мелиоративных систем обеспечивается надзором и уходом за ними, а также ремонтом и реконструкцией. В Западной Европе осуши-

тельные системы после ввода их в действие реконструируются в среднем по 4–5 раз, отсюда и их высокая отдача.

В Беларуси разработана Государственная программа «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг. в целях повышения конкурентоспособности сельскохозяйственной продукции и продуктов питания, наращивания экспортного потенциала, развития экологически безопасного сельского хозяйства, ориентированного на укрепление продовольственной безопасности страны, обеспечения полноценного питания и здорового образа жизни населения [3]. Задачей подпрограммы 6 («Инженерные противопаводковые мероприятия») является обеспечение инженерной защиты сельскохозяйственных земель от затоплений и подтоплений, а подпрограммы 7 («Развитие мелиорации земель сельскохозяйственного назначения») — восстановление потребительских качеств мелиоративных систем, которые были утрачены за продолжительный период эксплуатации, и вовлечение мелиорированных земель в сельскохозяйственный оборот.

Реализация подпрограмм 6 и 7 Государственной программы «Аграрный бизнес» на 2021–2025 гг. будет способствовать:

- обеспечению к 2025 г. защиты от наводнений и паводков сельскохозяйственных земель на площади 1,507 тыс. га;
- управлению водным режимом в наиболее паводкоопасных районах Полесья в целях защиты сельскохозяйственных земель от наводнений и паводков, обеспечению оптимальных для произрастания сельскохозяйственных культур водного, воздушного, теплового и питательного режимов почв в засушливый период и период наводнений, паводков;
- повышению продуктивности сельскохозяйственных земель в паводкоопасных районах Полесья в зависимости от вида возделываемых культур в 1,5–5 раз (1,2–5 тонн кормовых единиц с одного гектара);
- вводу к концу 2025 г. в сельскохозяйственный оборот реконструированных мелиоративных систем и вновь мелиорированных сельскохозяйственных земель на площади 140,7 тыс. га (в Брестской обл. — 20,0 тыс. га, Витебской — 21,0 тыс. га, Гомельской — 38,3 тыс. га, Гродненской — 17,5 тыс. га, Минской — 33,4 тыс. га и Могилевской обл. — 10,5 тыс. га), в том числе реконструкции мелиоративных систем на

площади 137,9 тыс. га и вовлечению в сельскохозяйственный оборот 2,8 тыс. га высокоплодородных мелиорированных земель, включая ранее законсервированные объекты;

- восстановлению 136 основных гидротехнических и переездных сооружений мелиоративных систем в целях соответствия требованиям, обеспечивающим их функциональную и безопасную техническую эксплуатацию;

- обеспечению поддержания в исправном техническом состоянии мелиоративных систем и отдельно расположенных гидротехнических сооружений;

- созданию и поддержанию оптимальных режимов почв (водного, воздушного и теплового) для выращивания сельскохозяйственных растений на площади 2,6 млн га путем выполнения неотложных ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах.

При определении объектов для осуществления реконструкции мелиоративных систем и реализации других мелиоративных мероприятий приоритетными критериями являются:

- наличие в структуре сельскохозяйственных земель землепользователей 50 и более процентов мелиорированных земель;
- наличие животноводческих комплексов;
- производственная специализация по растениеводству;
- производственная и экономическая эффективность ранее реализованных проектов по мелиорации [3].

Выполнение полного комплекса ремонтно-эксплуатационных работ на мелиоративных системах позволит получать прибавки урожая

в среднем на 9 центнеров кормовых единиц с гектара. Ежегодно объем дополнительной продукции составит 22,5 млн центнеров кормовых единиц. Реконструкция мелиоративных систем на площади 137,9 тыс. гектаров при внесении оптимальных доз удобрений обеспечит увеличение урожайности сельскохозяйственных растений в 1,3–3 раза в зависимости от вида и исходной степени изношенности систем. В результате дополнительное получение урожая составит за пять лет около 11,7 млн центнеров кормовых единиц. Реконструкция гидротехнических и переездных сооружений на автомобильных дорогах позволит обеспечить их безопасное использование [3].

Всего на реализацию мероприятий подпрограммы 6 Государственной программы «Аграрный бизнес» в течение 2021—2025 гг. предусмотрено направить 5 894,809 тыс. белорусских рублей (в 2016–2020 гг. было освоено 10 997,6 тыс. белорусских рублей [4]); подпрограммы 7 — 1 182 582,100 тыс. белорусских рублей (в 2016–2020 гг. — 751 008,65 тыс. белорусских рублей [3, 4]).

Выделенные в 2016–2020 гг. средства на реализацию мероприятий подпрограммы 7 («Инженерные противопаводковые мероприятия») и подпрограммы 8 («Сохранение и использование мелиорированных земель») освоены в полной сумме, и эффективность их реализации высокая [4, 6]. Неслучайно Глава государства в своих выступлениях регулярно подчеркивает важную роль мелиорации в развитии аграрного сектора страны.

Заключение

Успешная реализация мелиоративных мероприятий будет способствовать увеличению объемов сельскохозяйственного производства, сохранению экосистем, укреплению их способности адаптироваться к изменениям климата, экстремальным погодным явлениям (засухам, наводнениям и другим бедствиям) и постепенному улучшению качества земель и почв.

Несмотря на повышенное внимание к мелиоративной отрасли, объемы ремонтно-эксплуатационных работ и реконструкции мелиоративных систем и сооружений вследствие их недостаточного финансирования не всегда соответствуют нормативным значениям, что не может в полной мере способствовать реализации высоких оптимистичных ожиданий в части продуктивности мелиорированных земель.

Библиографический список

1. Реестр земельных ресурсов Республики Беларусь (по состоянию на 1 января 2021 года) [Электронный ресурс] // Гос. комитет по имуществу Респ. Беларусь. — Режим доступа: http://www.gki.gov.by/uploads/files/RZR_01.01.2021.doc. — Дата доступа: 01.11.2021.

2. Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений, 2020 год [Электронный ресурс] // Гл. информ.-аналитический центр Нац. системы мониторинга окружающей среды Респ. Беларусь. – Режим доступа: <http://www.nsmos.by/content/402.html>. – Дата доступа: 09.11.2021.

3. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2021 г., № 59 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. – Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22100059_1612904400.pdf. – Дата доступа: 08.11.2021.

4. Итоговый отчет о выполнении Государственной программы развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы за весь период ее реализации [Электронный ресурс] // М-во сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://mshp.gov.by/prog/analitika.pdf>. – Дата доступа: 07.11.2021.

5. Ремонт мелиоративных систем. Порядок проектирования : ТКП 45-3.04-176-2009. – Введ. 01.07.2010. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 44 с.

6. О Государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016–2020 годы и внесении изменений в постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014 г., № 585 [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 11 марта 2016 г., № 196 // М-во с. х. и продовольствия Респ. Беларусь. – Режим доступа: <https://www.mshp.gov.by/programms/a868489390de4373.html>. – Дата доступа: 09.11.2021.

Поступила 9 февраля 2022 г.

ПРИМЕНЕНИЕ ДРЕНАЖНЫХ ГЕОКОМПОЗИТОВ НА МЕЛИОРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ

А. И. Митрахович, кандидат технических наук

В. М. Макоед, ведущий научный сотрудник

С. М. Лавушев, заведующий испытательной лабораторией

А. П. Сергеева, ведущий инженер

РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

Аннотация

Приводятся данные по видам дренажных геокомпозитов, применяемых в дорожном и промышленном строительстве, указываются условия их использования и технические характеристики некоторых из них. Отмечается практическое отсутствие сведений о фильтрационных и гидравлических характеристиках геокомпозитов. Приводятся данные результатов лабораторных исследований водоприемной способности модельных колонок-поглотителей с использованием 10 видов дренажных геокомпозитов. Отмечается существенное влияние геокомпозитов на увеличение водоприемной способности колонок-поглотителей. Представлена разработанная конструкция экспериментальной колонки-поглотителя с применением дренажного геокомпозиата и полимерной профилированной мембраны. Обоснованность и целесообразность такой конструкции подтверждается данными, полученными при испытании дрен на опытном участке по изучению влияния эффекта пристенного фильтра на водоприемную способность дрен.

Ключевые слова: дренажный геокомпозиат, профилированная мембрана, водоприемная способность, дренажное ядро, фильтрующая засыпка, пахотный слой, коэффициент фильтрации, колонка-поглотитель.

Abstract

A. I. Mitrakhovich, V. M. Makoeed, S. M. Lavushev, A. P. Sergeenya

THE APPLICATION OF DRAINAGE GEOCOMPOSITES ON RECLAMATION SYSTEMS

The article provides data on the types of drainage geocomposites currently used in road and industrial construction, their conditions of use and technical characteristics of some of them. There is practically no information about the filtration and hydraulic characteristics of geocomposites. Data are given on the results of laboratory studies of the water intake capacity of model absorption columns using 10 types of drainage geocomposites. There is a significant influence of geocomposites on increasing the water intake capacity of the absorption columns. The developed design of the experimental absorber column using a drainage geocomposite and a polymer shaped membrane is presented. The validity and expediency of such a design is confirmed by the data of the drainage test at the test site to study the effect of the wall filter effect on the water intake capacity of drainage.

Keywords: drainage geocomposite, profiled membrane, water intake capacity, drainage core, filtering backfill, arable layer, filtration coefficient, absorption column.

Введение

Актуальные исследования в области применения горизонтального дренажа при осушении слабоводопроницаемых почв показывают, что он не всегда может обеспечить водный режим, требуемый для ведения интенсивного сельскохозяйственного производства. Основными причинами переувлажнения минеральных почв являются неблагоприятные водно-физические свойства почвенного профиля, наличие замкнутых микро- и макропонижений, в которых застаиваются атмосферные осадки и талые воды. В большинстве случаев дренаж не в состоянии обеспечить своевременный отвод поверхностных вод без

дополнительных гидротехнических и агро-мелиоративных мероприятий, обеспечивающих гидравлическую связь поверхностных вод с дренажной [1]. По своему функциональному назначению мероприятия предназначаются для отвода как поверхностных вод, так и избыточной воды из корнеобитаемого слоя почвы. Чем меньше глубина промерзания, тем раньше начинается сток из дрен и тем быстрее достигается требуемый водный режим на осушаемой площади. Текущая реконструкция осушительных систем требует тщательного учета опыта проектирования и предшествующей эксплуатации мелиоративных объектов,

применения новых, экономически оправданных перспективных решений.

Важно учитывать, что в слабоводопроницаемых грунтах вода поступает в дрены преимущественно по контакту пахотного и подпахотного горизонтов через фильтрующую засыпку, а также имеет место эффект пристенной боковой фильтрации вдоль стенок дренажной траншеи. Исследованиями, проводимыми учеными Северного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации, установлено, что основная масса избыточной воды (43 %) поступает в дренаж по пахотному слою, 28 % – по поверхности и 29 % – по подпахотному [2].

Основные результаты

Геокомпозитные материалы, изготавливаемые по разным технологиям, довольно разнообразны.

Геокомпозит – это многослойный материал из скрепленных между собой геосинтетических материалов (не менее двух), отличающихся по своей структуре друг от друга. Определяющими факторами для применения геокомпозитных материалов в водопоглощающих устройствах являются их уникальные свойства: прочность на растяжение, деформируемость, фильтрующая способность, долговечность (более 50 лет), взаимодействие с грунтом. К преимуществам геокомпозитных материалов относятся: небольшой вес, долговечность, возможность применения в агрессивной среде, технологичность укладки, экономия времени и трудозатрат.

Дренажный геокомпозит представляет собой дренажное ядро из экструдированного жесткого полимера (полипропилена, полиэтилена и др.), скрепленное с одной или двух сторон с нетканым защитно-фильтрующим геотекстильным материалом (далее – ЗФМ) (рис. 1).

Дренажное ядро выполняет функцию каркаса, сохраняя свою пропускную способность при оказываемом на него определенном давлении.

Поскольку при заполнении дренажной траншеи грунтом обратной засыпки очень быстро восстанавливаются его исходные свойства, предполагается разработка конструкции водопоглощающих устройств дренажа с применением новых полимерных материалов – дренажных геокомпозитов. Следует подчеркнуть, что их гидравлические и фильтрационные характеристики не изучены.

В связи с указанным в лабораторных условиях начаты исследования многих видов дренажных геокомпозитов и профилированных мембран. В статье приведены результаты данных работ.

Дренажный геокомпозит может состоять из двух или трех конструктивных слоев, которые обеспечивают его необходимые свойства.

Нетканый геотекстильный ЗФМ выполняет функцию фильтра и защиты дренажного ядра от повреждения и заиливания. Дренажное ядро служит для обеспечения водопроводимости в его плоскости при давлении грунта. Сырьем для нетканых геотекстильных материалов могут служить полиэфир, полиамид, полипропилен, полиэтилен и другие полимеры. Основной стадией получения этих материалов является стадия скрепления волокнистой основы: химический (или адгезионный), термический и механический способы.

Нетканые ЗФМ прикрепляются к дренажному ядру следующими способами: термическим, химическим (или адгезионным) и механическим.

При изготовлении дренажного геокомпозита возможны различные виды дренажного ядра: геомат, георешетка, геосетка, геомембрана (рис. 2–5), скрепленные с одной или двух сторон с нетканым геотекстильным ЗФМ (рис. 6–11).

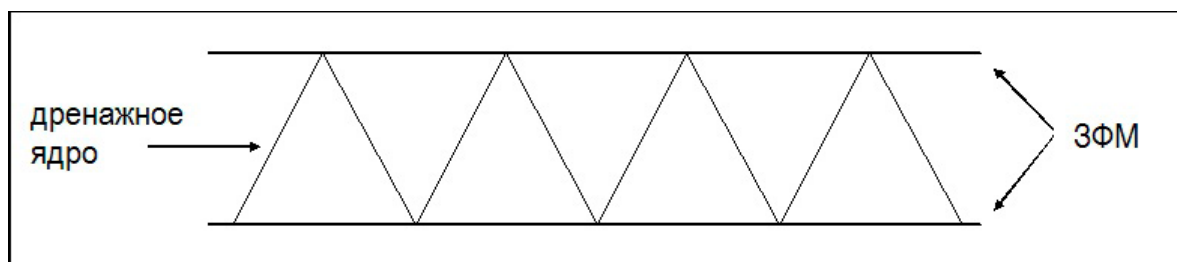


Рис. 1. Схема дренажного геокомпозита с ЗФМ (поперечный разрез)



Рис. 2. Геомат



Рис. 3. Георешетка

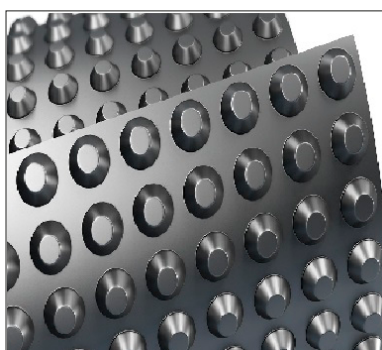


Рис. 4. Геомембрана



Рис. 5. Геосетка



Рис. 6. Геомат,
скрепленный с двух сторон
геотекстильным 3ФМ

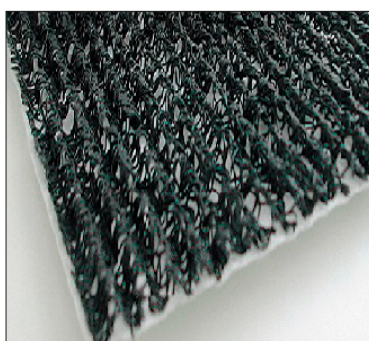


Рис. 7. Геомат,
скрепленный с одной стороны
геотекстильным 3ФМ



Рис. 8. Георешетка
с геотекстильным 3ФМ,
прикрепленным с обеих сторон

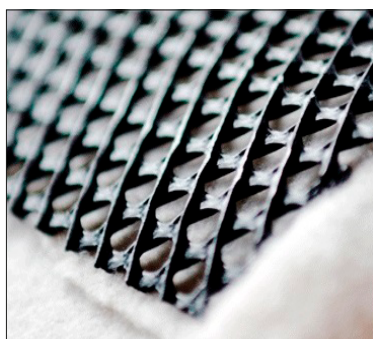


Рис. 9. Георешетка
с геотекстильным 3ФМ,
прикрепленным с одной стороны



Рис. 10. Геомембрана
с геотекстильным 3ФМ,
прикрепленным с одной стороны

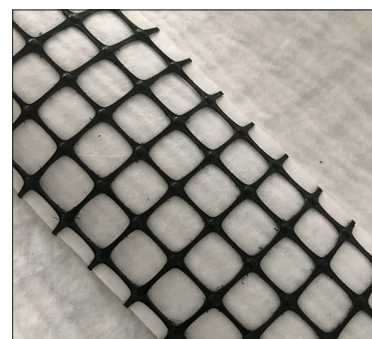


Рис. 11. Геосетка
с геотекстильным 3ФМ,
прикрепленным с одной стороны

Дренажные геокомпозитные материалы применяются для отвода поверхностных и грунтовых вод, а также для ускорения процесса консолидации. Преимущества материалов: небольшой вес, долговечность, возможность использования в любых условиях, технологичность укладки, экономия времени и трудозатрат.

Например, в ГК «МИАКОМ» изготавливаются различные виды дренажных геокомпозитов, отличающихся между собой по толщине, поверхностной плотности и водопроницаемости (табл. 1) [3].

Для определения возможности применения геокомпозитов в мелиоративной отрасли в лабораторных условиях проведены исследования их гидравлических и фильтрационных характеристик с целью установления водоприемной способности дренажа как одного из основных показателей эффективности его работы (она характеризуется способностью дренажа принимать избыточную воду из корнеобитаемого слоя почвы в полость дренажной трубы). Водоприемная способность дренажа зависит от конструкции труб, вида и состояния присыпки дренажа и обратной засыпки траншей.

Разработана методика определения водоприемной способности дренажных труб с использованием геокомпозитов.

Суть методики заключается в имитации работы дренажа на мелиоративном объекте путем построения физической модели дренажа с применением геокомпозитов. Исследования проводились в грунтовых лотках на испытательном стенде (рис. 12).

На рис. 13 представлена схема исследования. В грунтовый лоток укладывается дренажная труба с подсоединенным к ней геокомпозитом, состоящим из каркаса различного вида с двухсторонним боковым покрытием геотекстиля. Подсоединение геотекстиля к трубе выполнено в виде кармана. Далее грунтовый лоток заполняется фильтрующим материалом – среднезернистым песком с коэффициентом фильтрации 7 м/сут. Из напорного бака по подающему трубопроводу в грунтовый лоток поступает вода, максимум ее уровня поддерживается переливной трубой. Опыты выполнялись с постоянным напором. Расход из дренажной трубы измерялся объемным способом. Каждый опыт проводился до установления постоянного расхода из дренажа.

Установленное в грунтовых лотках значение удельной пропускной способности моделей конструкций дренажных элементов с применением геокомпозитных материалов приведено в табл. 2.

Таблица 1. Основные виды дренажных геокомпозитов, производимых в ГК «МИАКОМ»

Тип продукта			Марка геокомпозита				
свойства		ед. изм.	Др.10/1	Др.15/1	Др.10/2	Др.15/2	МИАДРЕЙН-Х
Коэффициент фильтрации при давлении	20 кПа	м/сут	108,00	164,16	51,84	138,24	328,32
	50 кПа		95,40	146,83	43,20	125,28	120,96
	100 кПа		–	–	–	–	30,24
	200 кПа		69,12	120,96	30,24	103,68	–
	500 кПа		30,24	86,40	21,60	77,80	–
Толщина	2 кПа	мм	4,9	6,9	5,4	7,5	20,0
	20 кПа	мм	4,5	6,3	4,8	6,6	–
	200 кПа	мм	4,0	5,9	4,2	6,1	–
Прочность при растяжении (вдоль/поперек)		кН/м	12/8	14/10	18/14	20/16	12/10
Размер ячейки (ширина/длина)		мм	10/10	15/15	10/10	15/15	–
Относительное удлинение при разрыве, (продольное/поперечное)		%	50/50				90/100
Масса на ед. площади		г/м ²	370	400	590	620	600



Рис. 12. Система грунтовых лотков для испытаний моделей конструкций дренажных элементов с геокомпозитами

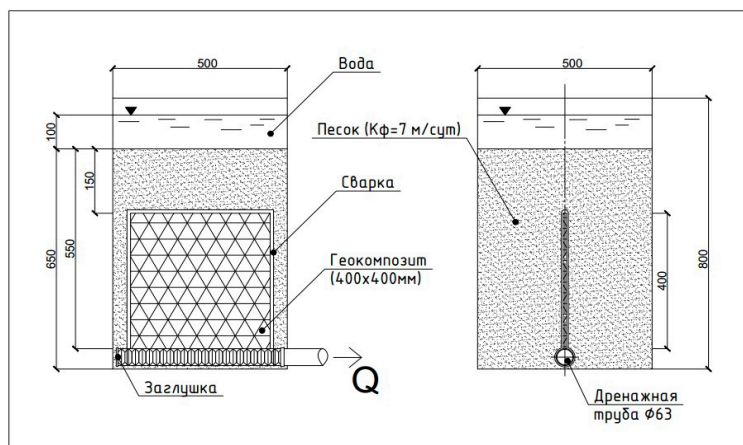


Рис. 13. Схема исследований дренажных элементов с применением геокомпозитов в грунтовом лотке

Таблица 2. Удельная водоприемная способность конструкций дренажных элементов с применением геокомпозитных материалов

Варианты конструкций	Основные элементы конструкции дренажного геокомпозита	Повторность	Удельная водоприемная способность, л/с м. п.	
			конструкции	средняя
Контроль	Дренажная труба Ø 63 мм	1	0,11	0,10
		2	0,10	
		3	0,10	
1	Геомат ПМА 13/1 (4*25) сетка (ООО «Полимердрон», РФ) + дренажная труба Ø 63 мм (РБ)	1	0,17	0,16
		2	0,14	
		3	0,18	
2	Гидромат трехосный «3D»/300- 2.5*40 решетка (ЗАО «Техполимер», РФ) + дренажная труба Ø 63 мм (РБ)	1	0,11	0,12
		2	0,12	
		3	0,12	
3	Icodren 10 Быстрый дренаж SBS (Голландия) + дренажная труба Ø 63 мм (РБ)	1	0,13	0,11
		2	0,12	
		3	0,12	
		4	0,07	
		5	0,12	
4	Геомат – толщина 9 мм («Славрос», РФ) + дренажная труба Ø 63 мм (РБ)	1	0,05	0,10
		2	0,16	
		3	0,1	
5	Решетка садовая 15x20 (РБ) + Turar SF 27 (Люксембург) + дренажная труба Ø 63 мм (РБ)	1	0,15	0,17
		2	0,21	
		3	0,15	
6	Решетка садовая 15x15 (РБ) + Turar SF 27 (Люксембург) + дренажная труба Ø 63 мм (РБ)	1	0,13	0,13
		2	0,12	
		3	0,13	
7	Решетка садовая ромб 15x15 («Славрос», РФ) + Turar SF 27 (Люксембург) + дренажная труба Ø 63 мм (РБ)	1	0,17	0,17
		2	0,20	
		3	0,14	
8	Решетка садовая 15x15 (РБ) + Turar SF 27 (Люксембург) + дренажная труба Ø 63 мм (РБ)	1	0,13	0,13
		2	0,14	
		3	0,13	

Примечание. Кф = 7м/сут.

В результате исследований установлено, что средний расход дренажных элементов с геокомпозитами изменялся в диапазоне 0,1–0,17 л/с на 1 м трубы и по сравнению с контрольным вариантом без композитов был более чем на 60 % выше.

На основании лабораторных исследований различных видов дренажных геокомпозитов и с учетом характера поступления поверхностных вод в дренажную засыпку разработаны экспериментальные конструкции колонок-поглотителей с применением дренажных геокомпозитов. Обоснованность таких конструкций подтверждается данными полевых исследований, проведенных на опытно-производственном участке дренажа объекта «Волма» Минского р-на, где РУП «Институт мелиорации» проводил испытания различных марок защитно-фильтрующих материалов.

На участке были заложены 4 дрены длиной по 110 м. На них испытывалось влияние эффекта пристенной боковой фильтрации вдоль стенок дренажной траншеи, поскольку они являются границей между нарушенным грунтом и грунтом в естественном состоянии. Дрены были дополнены фильтром

из геотекстильного материала, который прикреплялся спицами к стенке траншеи на всю длину дрены (рис. 14). Такое конструктивное решение подтверждено патентом BY 15513 «Дренажное устройство» [4].

Эффективность данной конструкции определялась путем сравнения модулей стока из дрен с пристенным фильтром и без него с такими же защитно-фильтрующими материалами. Максимальный модуль дренажного стока из дрен с пристенным фильтром составлял 0,24 и 0,44 л/с-га, а без пристенного фильтра – 0,12–0,18 л/с-га соответственно, то есть практически в 2 раза меньше [5].

Применение данной конструкции при осушении слабоводопроницаемых грунтов существенно усиливает осушительное действие дренажа и уменьшает затраты на строительство, поскольку объем засыпок дренажных траншей можно уменьшить фильтрующим материалом.

Полученные опытные данные косвенно подтверждают тезис о том, что наибольшей водопроницаемостью на слабоводопроницаемых почвах обладают пристенные участки дренажной траншеи, что обусловливается контактной фильтрацией.



Рис. 14. Фото дрен с пристенным фильтром на объекте «Волма», 2011 г.

На таких почвах целесообразно устройство траншейного дренажа, что позволяет ускорить отвод поверхностных вод через засыпку траншеи, особенно за счет пристенной фильтрации.

Во время нахождения почвогрунтовых вод в подпахотных горизонтах особенность траншейного дренажа заключается в том, что высачивание фильтрационных вод происходит по ее контуру – таким образом увеличивает фактический геометрический размер дрена, что следовало бы учитывать при расчете дренажа.

В разработанных конструкциях водопоглощающих устройств дренажные элементы с геокомпозитами обладают высокими фильтрационными и гидравлическими характеристиками, что позволит более интенсивно переводить поверхностные и грунтовые воды в дренажный сток. Рассмотрим одну из разработанных экспериментальных конструкций водопоглощающих устройств.

Сущность экспериментальной конструкции колонки-поглотителя с применением дренажного элемента из профилированной геомембраны и геокомпозита поясняется на рис. 15, где показано, что обратная засыпка дренажной траншеи выполнена из местного грунта (а) и из ПГС с коэффициентом фильтрации более 10 м/сут (б).

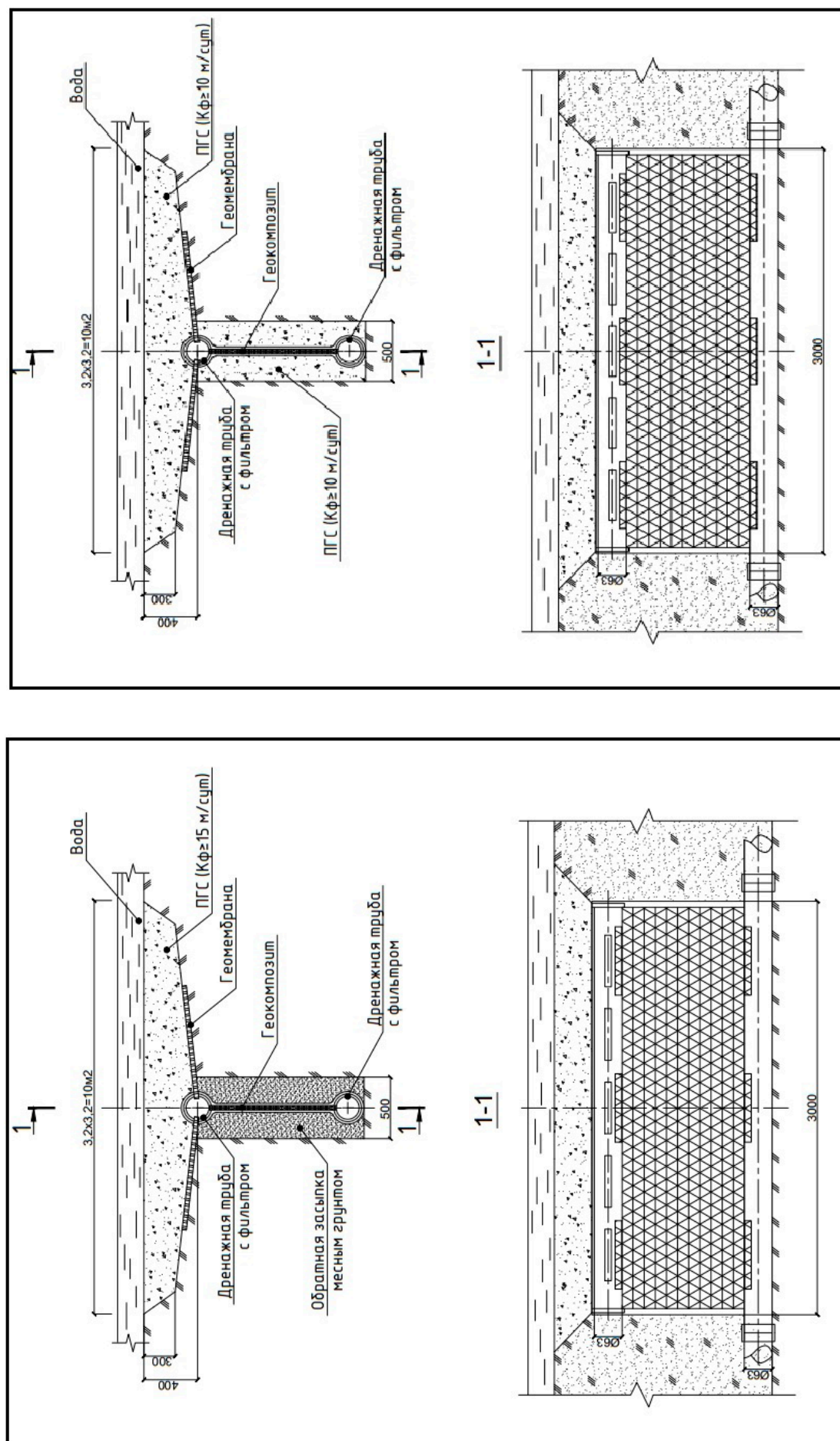
Конструкция включает дренажную полимерную трубу верхнего уровня с фильтрующим материалом и продельными в ее стенках продольными прорезями (щелями); запорные крышки по торцам; профилированную полимерную мембрану с покрытием фильтрующим материалом; дренажный геокомпозит с ядром и двухсторонним покрытием фильтрующим материалом; дренажную полимерную трубу с фильтрующим материалом нижнего уровня (на дне траншеи), которая отводит поступающую в нее поверхностную и грунтовую воду с осушаемой площади. Дренажный геокомпозит устанавливается вертикально по глубине траншеи и соединяется через прорези с трубой нижнего и верхнего уровней. В верхней части дренажного устройства над траншеей делается ниша (глубина 0,3–0,4 м) и расширение размером 3,2 x 3,2 м для уве-

личения водозахватной площади устройства. По дну ниши укладывается профилированная полимерная мембрана с покрытием фильтрующим полотном и уклоном в сторону трубы не меньше 0,003. Профилированная полимерная мембрана с покрытием фильтрующим полотном укладывается с обеих сторон траншеи и соединяется с дренажной полимерной трубой верхнего уровня через продельные в ее стенках продольные прорези (щели). Ниша заполняется фильтрующим материалом.

Конструкция работает следующим образом. Весной, во время снеготаяния, и летом, в период ливневых дождей, на поверхности почвы, особенно в понижениях рельефа, скапливается вода, образуя лужи и переувлажненные площади. Вода через пахотный слой или фильтрующий материал в нише фильтруется и поступает на профилированную полимерную мембрану с покрытием фильтрующим полотном и по ней стекает в дренажную полимерную трубу верхнего уровня, далее через вертикально установленный геокомпозит попадает в дренажную трубу нижнего яруса. При наличии в почве грунтовых вод они через двухстороннее покрытие фильтрующего материала попадают в геокомпозит и далее в дренажную полимерную трубу с фильтрующим материалом нижнего уровня. Уклон профилированной полимерной мембраны в сторону дренажной полимерной трубы верхнего уровня – не меньше 0,003, что создает скорость потока воды, обеспечивающую вынос попавших в мембрану частиц грунта, предотвращая ее заиливание.

Совместное взаимодействие конструктивных элементов устройства (профилированная полимерная мембрана и дренажный геокомпозит) обеспечит быстрый отвод избыточных вод с поверхности почвы и ее корнеобитаемого слоя.

Предлагаемая разработка позволит использовать более прогрессивные и перспективные полимерные материалы в целях повышения эффективности осушения минеральных слабоводопроницаемых почв для их интенсивного применения в сельскохозяйственном производстве.



а

б

Рис. 15. Экспериментальная конструкция колонки-поглотителя с применением дренажного элемента из профилированной геомембраны и геокомпозита:
а – обратная засыпка дренажной траншеи местным грунтом; б – обратная засыпка дренажной траншеи ПГС (Кф более 10 м/сут)

Выводы

1. Проанализированы различные виды дренажных геокомпозиов, применяемых в основном в дорожном и промышленном строительстве; на основании технических характеристик некоторых из них выбрано 10 видов для исследования их фильтрационных особенностей.

2. В лабораторных условиях, в грунтовой лотке с песком, изучена водоприемная способность дренажных элементов с применением 10 видов геокомпозиов. Установлено, что практически все варианты конструкций

обеспечивают более высокую водоприемную способность, чем конструкция без геокомпозиов.

3. Разработаны конструкции водопоглощающих устройств с дренажными геокомпозиатами для осушения пониженных элементов рельефа на слабоводопроницаемых грунтах.

4. Проанализировано влияние эффекта пристенной фильтрации на водоприемную способность дренажей на опытно-производственном участке горизонтального дренажа.

Библиографический список

1. Азява, Г. В. Опыт проектирования мелиоративных систем на тяжелых грунтах / Г. В. Азява // Мелиорация и вод. хозяйство. – 1991. – № 6. – С. 12–15.
2. Климко, А. И. Расчеты оптимальных параметров сельскохозяйственного дренажа / А. И. Климко, Ю. А. Канцибер, Л. М. Ермолина. – М. : Колос, 1979. – 142 с.
3. Медведев, Н. В. Применение геосинтетических материалов ГК «МИАКОМ» / Н. В. Медведев. – С.-Петербург : Группа компаний «МИАКОМ», 2013. – 68 с.
4. Дренажное устройство : пат. 15513 Респ. Беларусь / А. И. Митрахович, В. Т. Климков, И. Ч. Казьмирук ; дата публ.: 28.02.2012.
5. Митрахович, А. И. Влияние защитно-фильтрующих материалов на работу закрытой осушительной сети на торфяных почвогрунтах / А. И. Митрахович, И. Ч. Казьмирук // Мелиорация. – 2016. – № 4. – С. 24–33.

Поступила 4 марта 2022 г.

ОЦЕНКА ТОЧНОСТИ РАСЧЕТА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОКЛИМАТИЧЕСКОГО МЕТОДА

С. В. Набздоров¹, старший преподаватель
А. П. Лихацевич², доктор технических наук
Г. В. Латушкина², кандидат технических наук

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь

²РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

Аннотация

Оценка точности расчета водопотребления (суммарного испарения, эвапотранспирации) сахарной свеклы с применением биоклиматического метода выполнена по биоклиматическим коэффициентам, вычисленным по формулам А. М. и С. М. Алпатьевых, А. И. Михальцевича и ТКП-45.304-178-2009 (02250), а также по биотермическим коэффициентам, вычисленным по среднесуточным и максимальным за сутки температурам воздуха. Установлено, что при использовании в водобалансовых расчетах биоклиматических коэффициентов сахарной свеклы, полученных из формулы А. М. и С. М. Алпатьевых, возможны большие ошибки при определении водопотребления (более 50 %). Осреднение за многолетие численных значений биоклиматических коэффициентов сахарной свеклы, полученных с применением формул А. И. Михальцевича и ТКП-45.304-178-2009 (02250), не приводит к столь большим ошибкам. Использование в водобалансовых расчетах биотермических коэффициентов сахарной свеклы, вычисленных по среднесуточным и максимальным температурам, дает наиболее точные результаты.

Ключевые слова: биоклиматический метод, биоклиматические коэффициенты, биотермические коэффициенты, водопотребление, ошибки расчета.

Abstract

S. V. Nabzdorov, A. P. Likhachevich, G. V. Latushkina

ASSESSMENT OF ACCURACY OF CALCULATION WATER CONSUMPTION OF SUGAR BEET USING BIOCLIMATIC METHOD

The assessment of the accuracy of calculating water consumption (total evaporation, evapotranspiration) of sugar beet using the bioclimatic method was carried out according to the bioclimatic coefficients calculated by the formulas of A. M. and S. M. Alpatiev, A. I. Mikhaltsevich and TKP-45.304-178-2009 (02250), as well as by biothermal coefficients calculated from the average daily and maximum daily air temperatures. It was found that when using in water balance calculations the bioclimatic coefficients of sugar beet obtained from the formula of A. M. and S. M. Alpatiev, big errors are possible in determining water consumption (more than 50 %). Averaging over many years of the numerical values of the bioclimatic coefficients of sugar beet, obtained using the formulas of A. I. Mikhaltsevich and TKP-45.304-178-2009 (02250), does not lead to such large errors. The use of sugar beet biothermal coefficients in water balance calculations, calculated from average daily and maximum temperatures, gives the most accurate results.

Keywords: bioclimatic method, bioclimatic coefficients, biothermal coefficients, water consumption, calculation errors.

Введение

При проектировании и эксплуатации оросительных систем важнейшее значение имеет точность определения водопотребления орошаемой культуры. Во-первых, от водопотребления орошаемого поля зависят дефицит водного баланса почвы и расчетная (проектная) нагрузка на дождевальную технику, что в конечном итоге определяет экономические показатели проекта орошения. Во-вторых, эффективность управления водным режимом почвы при проведении поливов на эксплуатируемых оросительных системах обусловлена

также точностью определения текущего водопотребления.

Среди методов расчета водопотребления (суммарного испарения, эвапотранспирации) сельскохозяйственных культур наибольшее распространение на постсоветском пространстве получил так называемый биоклиматический метод, который был разработан в СССР А. М. Алпатьевым и С. М. Алпатьевым в 1960-х гг. [1–6]. Авторами показано, что водопотребление растений тесно коррелирует с температурой, влажностью и дефицитом влажности воздуха, штатно измеряемыми на метеостанциях.

После детального изучения возможной структуры расчетной зависимости в качестве основного метеопоказателя был выбран вычисляемый по температуре и влажности воздуха среднесуточный дефицит влажности воздуха, который комплексно характеризует испаряющую способность приземного слоя атмосферы. Водопотребление сельскохозяйственных культур было предложено определять по формуле

$$E_i = K_{di} \sum d_i, \quad (1)$$

где K_{di} – биоклиматический (биологический) коэффициент водопотребления, вычисленный по дефицитам влажности воздуха и изменяющийся в течение вегетации (по i -м периодам заданной продолжительности) по характерной для каждого вида растений кривой, мм/мб;

$\sum d_i$ – сумма среднесуточных дефицитов влажности воздуха за рассматриваемый i -й период, мб.

Изменение биоклиматических коэффициентов в течение вегетации учитывает динамику водопотребления по стадиям развития растений. Авторы формулы (1) отмечали, что она приемлема исключительно при условиях достаточной увлаженности почвы и относительно высоком урожае культуры, когда водопотребление ограничивается только тепло-энергетическими ресурсами и дальнейший рост урожайности не сопровождается существенным ростом потребности в воде.

В процессе использования данной формулы в водобалансовых расчетах установлено, что метод А. М. и С. М. Алпатьевых имеет существенный недостаток, который заключается в изменчивости биоклиматических коэффициентов не только по регионам, но даже в пределах одной зоны по годам в зависимости от погодных условий. Для снижения вариабельности биоклиматических коэффициентов А. И. Михальцевичем было предложено в условиях Беларуси заменить линейную эмпирическую зависимость водопотребления растений от дефицитов влажности воздуха на степенную, что позволяет существенно снизить зональную и погодно-климатическую вариацию биоклиматических коэффициентов [7]:

$$E_i = 1,74 n K_{di} d_i^{0,4}, \quad (2)$$

где 1,74 – эмпирический коэффициент;
 n – число суток в расчетном периоде;

K_{di} – биоклиматический коэффициент, вычисленный по дефицитам влажности воздуха, мм/мб;

d_i – среднесуточный дефицит влажности воздуха за расчетный период, мб.

Сравнительный анализ (1) и (2) показал, что расчетная зависимость (2) является более обоснованной [8]. С целью упрощения алгоритма расчета формула (2) была несколько трансформирована и для условий Республики Беларусь предложена формула, вошедшая в нормативный документ (ТКП-45.304-178-2009 (02250) [9]:

$$E_i = 1,35 n_i K_{di} d_i^{0,5}, \quad (3)$$

где n_i – количество суток в i -й декаде;

K_{di} – биоклиматический коэффициент за i -ю декаду, вычисленный по дефицитам влажности воздуха, мм/мб;

d_i – среднесуточное значение дефицита влажности воздуха за i -ю декаду, мб/сут.

Помимо (3), были разработаны и другие модификации формулы (2). Например, для определения водопотребления орошаемых многолетних бобовых трав В. И. Вихровым предложена эмпирическая зависимость, которая, кроме дефицита влажности воздуха, учитывает скорость ветра и прогнозную урожайность [10]:

$$E_i = n_i K_{di} d_i^{0,64} (1 + V_2)^{0,42} K_y, \quad (4)$$

где n_i – число суток в расчетном i -м периоде, сут;

K_{di} – биоклиматический коэффициент в i -м периоде, вычисленный по дефицитам влажности воздуха;

d_i – среднесуточный дефицит влажности воздуха за расчетный i -й период, мб;

V_2 – среднесуточная за период скорость ветра на высоте 2 м в i -м периоде, м/с;

K_y – параметр, учитывающий уровень урожайности (продуктивность) орошаемых трав в данном укосе.

При расчете водопотребления в Нечерноземной зоне России Н. В. Данильченко рекомендовал применять обобщенную формулу [11]:

$$E = E_0 K_d K_0, \quad (5)$$

где E_0 – испаряемость; K_0 – микроклиматический коэффициент, учитывающий размеры орошаемого участка и участие орошения в изменении микроклимата.

Результаты исследований и их обсуждение

В каждой из вышеприведенных формул (1)–(5) водопотребление сельскохозяйственной культуры прямо пропорционально биоклиматическому коэффициенту. Это означает, что ошибки в установлении величины данного коэффициента в той же пропорции повторяются и при вычислении водопотребления. Из этого следует, что чем теснее связь между декадными биоклиматическими коэффициентами, установленными по данным конкретного года, и расчетными биоклиматическими коэффициентами, осредненными по тем же декадам за многолетие, тем точнее будет определено водопотребление сельскохозяйственной культуры в конкретном году.

Ранее в Беларуси биоклиматические коэффициенты водопотребления сахарной свеклы не определялись. Сейчас появилась возможность их расчета по результатам полевого опыта с орошением сахарной свеклы, проведенного нами в 2017–2019 гг. на оросительном полигоне БГСХА «Тушково». Соответствующие вычисления выполнены по вариантам опыта в соответствии с формулами (1)–(3) обратным счетом.

Биоклиматические коэффициенты сахарной свеклы по дефицитам влажности воздуха, рассчитанные по формуле (1), демонстрируют значительные вариации декадных коэффициентов по годам исследований и вариантам опыта (рис. 1а). Например, начиная с 3-й декады мая и по 3-ю декаду июля отклонение коэффициентов по годам от среднееголетних значений превышает 1,4–1,7 раза, что, соответственно, вызывает большие расхождения в водобалансовых расчетах. Поэтому на рис. 1а показаны невысокие коэффициенты детерминации связи между декадными биоклиматическими коэффициентами сахарной свеклы (K_{bi} и $K_{бср.}$) со 2-й декады мая по конец августа (в пределах 0,4–0,5).

В свою очередь, значения биоклиматических коэффициентов, вычисленных по дефицитам влажности воздуха в соответствии с формулой А. И. Михальцевича, изменчивы, но незначительно. Аналогичный вывод следует и для коэффициентов, вычисленных по формуле ТКП. Коэффициенты детерминации связи между декадными биоклиматическими коэффициентами водопотребления сахарной

свеклы, вычисленными по формулам (2), (3) в годы исследований (K_{ai}), и средними за 2017–2019 гг. ($K_{аср.}$) изменяются в пределах 0,6–0,7 (рис. 1б и 1в). Это дает возможность рекомендовать методики А. И. Михальцевича и ТКП-45.304-178-2009 (02250) к производственному применению.

Отметим, что при расчете водопотребления орошаемых сельскохозяйственных культур в качестве показателя, характеризующего метеорологические условия, часто используют температуру воздуха. Ранее было экспериментально доказано, что имеет место тесная корреляция между декадным водопотреблением орошаемых культур и суммарной за расчетный период среднесуточной температурой воздуха [12, 13]. Приемлемой для вычислений оказалась простейшая формула:

$$E_i = K_i \sum t_i, \quad (6)$$

где K_i – биотермический коэффициент, вычисленный по среднесуточным температурам воздуха за i -й период, мм/°С;

$\sum t_i$ – сумма среднесуточных температур воздуха за i -й период, °С.

В качестве фактора, управляющего процессом водопотребления, предлагаем использовать максимальную за сутки температуру воздуха, поскольку этот метеопараметр не только достаточно точно отражает влияние испаряющей способности приземного слоя атмосферы на растения, но и наиболее легко контролируется в производственных условиях, что особенно важно для управления орошением при эксплуатации оросительных систем. Биологические особенности развития культур здесь учитываются соответствующими биотермическими коэффициентами, рассчитанными по максимальным за сутки температурам воздуха. Биотермические коэффициенты, как и в формулах Алпатьевых, Михальцевича и ТКП-45.304-178-2009 (02250), определялись обратным счетом. Например, для максимальной температуры

$$K_{mi} = E_i / \sum t_{mi}, \quad (7)$$

где K_{mi} – биотермический коэффициент, вычисленный по максимальным температурам воздуха i -го периода, мм/°С;

$\sum t_{mi}$ – сумма суточных максимальных температур воздуха за i -й период, °С.

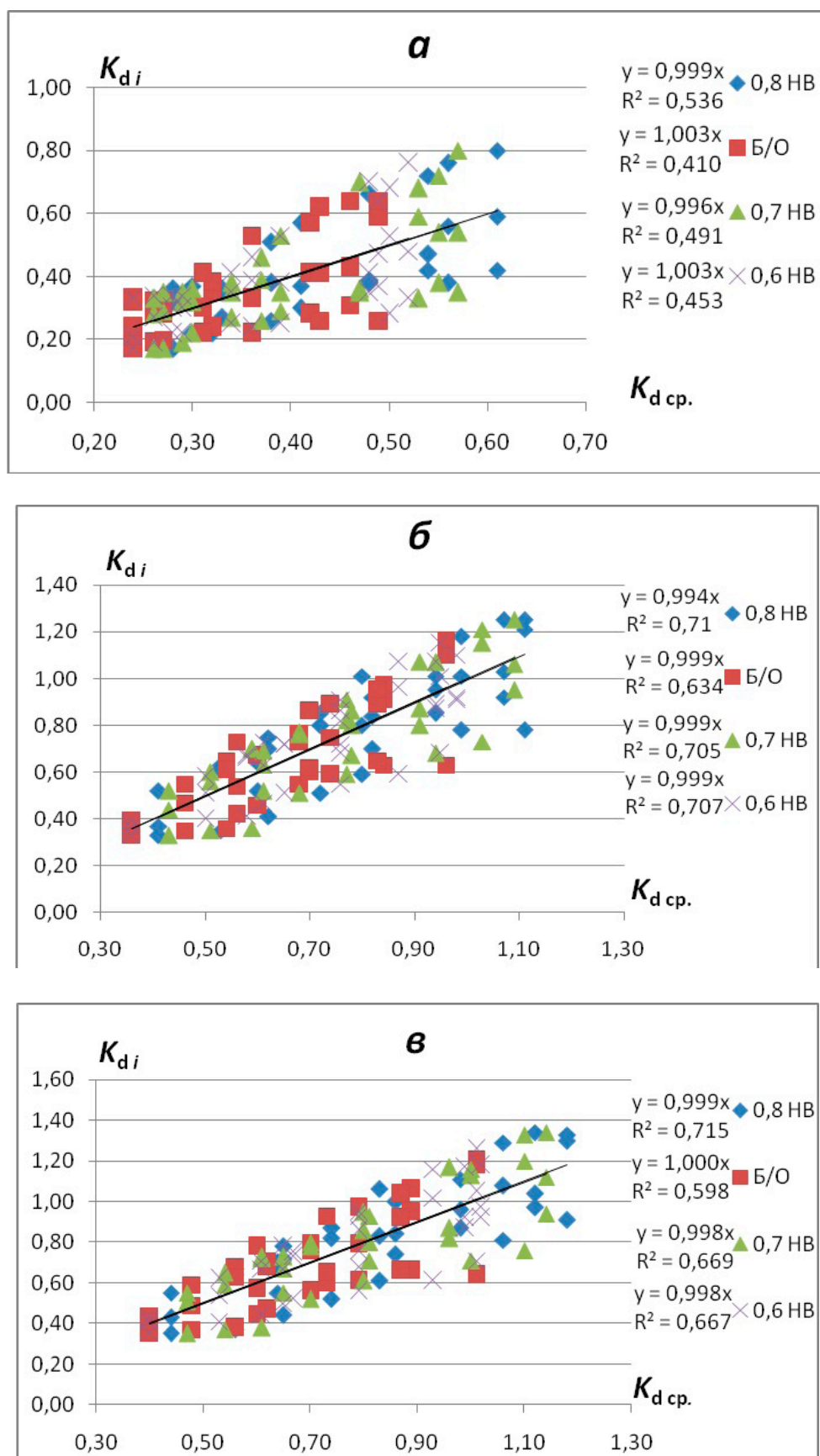


Рис. 1. Графики связи между декадными биоклиматическими (K_{di}) коэффициентами водопотребления сахарной свеклы по годам исследований и средними за 2017–2019 гг. коэффициентами ($K_{d\text{ ср.}}$): а – вычисленными по (1); б – по (2); в – по (3)

Биотермические коэффициенты сахарной свеклы, вычисленные по среднесуточным и максимальным температурам, меняются по декадам в диапазоне от 0,09 до 0,28 мм/°С (рис. 2а). Для максимальных температур этот диапазон несколько меньше: от 0,05 до 0,20 мм/°С (рис. 2б).

Таким образом, установлено, что годовые и средние за три года значения декадных биотермических коэффициентов, рассчитанных по максимальным и среднесуточным температурам, имеют между собой достаточно тесную связь. Полученные результаты хорошо согласуются с данными для других культур [14–15].

В таблице представлена обобщенная оценка точности результатов расчета биоклиматических и биотермических коэффициентов водопотребления сахарной свеклы, полученных по разным методикам. Как следует из данных таблицы, методика Алпатьевых непригодна для определения водопотребления сахарной свеклы в Беларуси вследствие самых больших ошибок в расчетах. Другие методики дают более приемлемые результаты с коэффициентами детерминации округленно в пределах от 0,6 до 0,8.

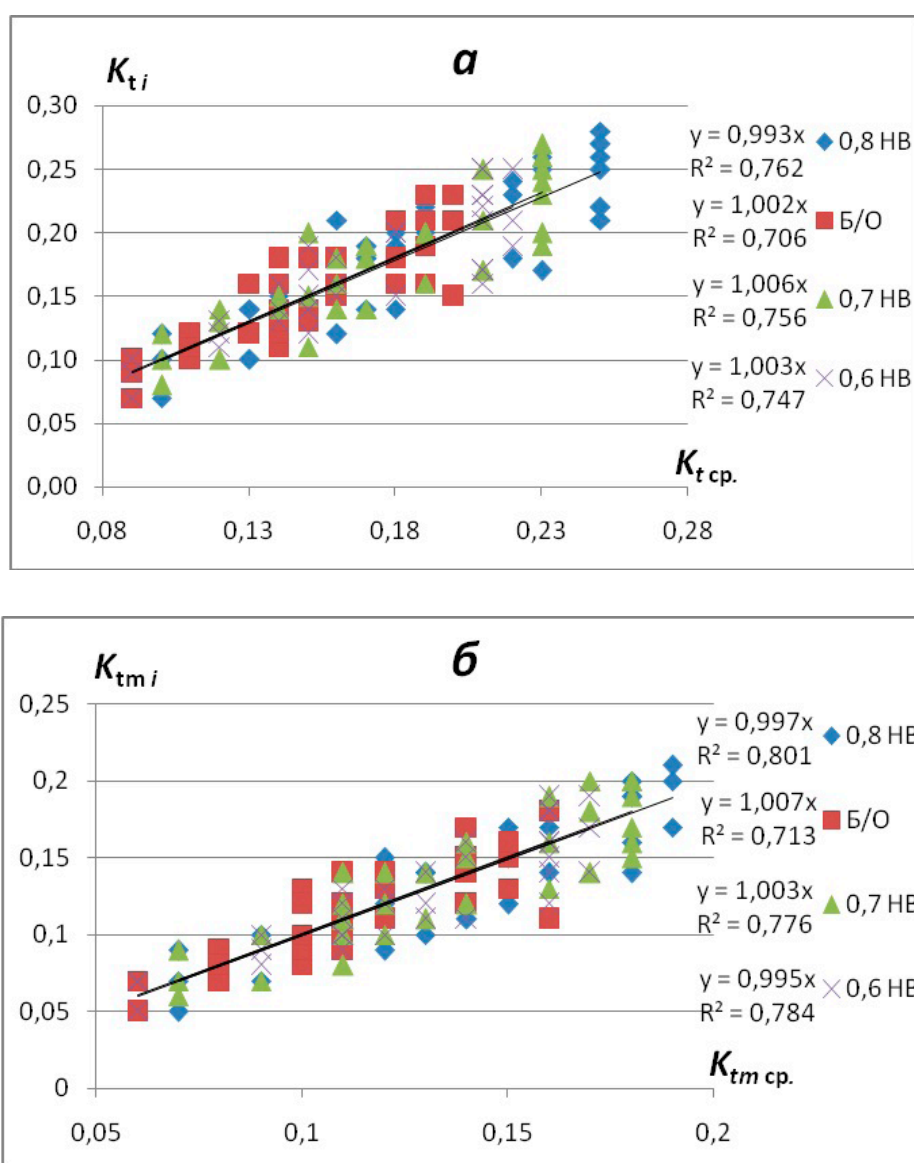


Рис. 2. Графики связи между декадными биотермическими (K_{ti} , K_{tmi}) коэффициентами водопотребления сахарной свеклы по годам исследований и средними за 2017–2019 гг. ($K_{t\text{ cp.}}$, $K_{tm\text{ cp.}}$): а – по среднесуточным температурам воздуха; б – по максимальным температурам воздуха за сутки

Таблица. Коэффициенты детерминации (R^2) связи между декадными в каждом году и декадными средними за 2017–2019 гг. биоклиматическими и биотермическими коэффициентами водопотребления

Варианты опыта	Варианты расчета водопотребления сахарной свеклы				
	по дефицитам влажности воздуха			по температурам воздуха	
	Алпатьевы	Михальцевич	ТКП	среднесут.	максимальные
Без орошения	0,54	0,71	0,72	0,76	0,80
60 % НВ	0,41	0,63	0,60	0,71	0,71
70 % НВ	0,49	0,71	0,67	0,76	0,78
80 % НВ	0,45	0,71	0,67	0,75	0,78
Пределы измен.	0,41–0,54	0,63–0,71	0,60–0,72	0,71–0,76	0,71–0,78
Средний R^2	0,47	0,69	0,66	0,74	0,77

Заметим, что согласно полученным коэффициентам детерминации (R^2) связи между декадными в каждом году и декадными средними за 2017–2019 гг. биоклиматическими коэффициентами лучший результат зафиксирован на вариантах без орошения и

с оптимальным режимом поливов (70 % НВ). Следовательно, текущая влагообеспеченность культуры не влияет на точность расчета водопотребления сахарной свеклы по установленным биоклиматическим и биотермическим коэффициентам.

Заключение

При использовании в водобалансовых расчетах биоклиматических коэффициентов сахарной свеклы, вычисленных по формуле А. М. и С. М. Алпатьевых, возможны большие ошибки (более 50 %). Это подтверждают коэффициенты детерминации взаимосвязи между декадными коэффициентами по годам и средними за многолетие, колеблющиеся в пределах 0,41–0,54.

Осреднение численных значений декадных биоклиматических коэффициентов сахарной свеклы, полученных с использованием формулы А. И. Михальцевича, не приводит к столь большим ошибкам. Аналогичный вывод справедлив и для коэффициентов, вычисленных по формуле ТКП. Коэффициенты детерми-

нации связи между декадными биоклиматическими коэффициентами водопотребления сахарной свеклы, рассчитанными для каждого года по формулам Михальцевича и ТКП, изменяются в пределах 0,6–0,7, что дает возможность применять эти методики на практике.

Использование в водобалансовых расчетах биотермических коэффициентов сахарной свеклы, вычисленных по среднесуточным и максимальным температурам, дает наиболее точные результаты. Достаточно высокие коэффициенты детерминации связи между декадными биотермическими коэффициентами (0,7–0,8) позволяют рекомендовать данные методики расчета водопотребления сахарной свеклы к практическому применению.

Библиографический список

1. Алпатьев, А. М. Биофизические основы водопотребления орошаемых культур / А. М. Алпатьев // Орошаемое земледелие в Европейской части СССР : Респ. межвед. темат. науч. сб. / УкрНИИГиМ. – Киев, 1965. – Вып. 2. – С. 15–17.
2. Алпатьев, А. М. Водопотребление культурных растений и климат / А. М. Алпатьев // Режим орошения сельскохозяйственных культур. – М. : Колос, 1965. – С. 55–68.
3. Алпатьев, А. М. Влагооборот культурных растений / А. М. Алпатьев. – Л. : Гидрометеиздат, 1954. – 248 с.
4. Алпатьев, С. М. Поливной режим сельскохозяйственных культур в южной части Украины : докл.-реф. дис. ... д-ра с.-х. наук / С. М. Алпатьев. – Киев, 1965. – 88 л.

5. Алпатьев, С. М. Расчет и корректировка режимов орошения сельскохозяйственных культур / С. М. Алпатьев // Вод. хозяйство : сб. науч. тр. / УкрНИИГиМ. – Киев : Урожай, 1965. – Вып. 1. – С. 55–68.
6. Алпатьев, С. М. К обоснованию формирования поливных режимов с использованием биоклиматического метода расчета суммарного испарения / С. М. Алпатьев, В. П. Остапчик // Мелиорация и вод. хозяйство : сб. науч. тр. / УкрНИИГиМ. – Киев : Урожай, 1971. – Вып. 19. – С. 3–17.
7. Михальцевич, А. И. О совершенствовании биоклиматического метода расчета испарения с орошаемых полей / А. И. Михальцевич // Мелиорация переувлажненных земель : сб. науч. тр. / Белорус. НИИ мелиорации и вод. хозяйства. – Минск : Ураджай, 1979. – Т. XXVII. – С. 42–46.
8. Лихацевич, А. П. Оценка факторов, формирующих неустойчивую влагообеспеченность сельскохозяйственных культур в гумидной зоне (на примере Беларуси, Центрального и Волго-Вятского районов Российской Федерации) / А. П. Лихацевич, Е. А. Стельмах. – Минск : ООО «Полирек», 2002. – 212 с.
9. Оросительные системы. Правила проектирования : ТКП 45-3.04-178-2009 (02250). – Введ. 29.12.2009 г. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 72 с.
10. Голченко, М. Г. Расчет суточного водопотребления многолетних трав / М. Г. Голченко, В. И. Вихров // Гидротехника и мелиорация. – 1985. – № 7. – С. 32–38.
11. Данильченко, Н. В. Биоклиматическое обоснование суммарного водопотребления и оросительных норм / Н. В. Данильченко // Мелиорация и вод. хозяйство. – 1999. – № 4. – С. 25–29.
12. Усовершенствованный алгоритм управления орошением в производственных условиях / А. П. Лихацевич, Г. В. Латушкина, И. А. Романов, С. В. Набздоров / Мелиорация: современные методики, инновации и опыт практического применения : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 19–20 окт. 2017 г. / РУП «Институт мелиорации» ; редкол.: Н. К. Вахонин [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2017. – С. 30–40.
13. Рекомендации по управлению дождеванием в производственных условиях / А. С. Анженков [и др.]. – Минск : РУП «Институт мелиорации, 2020. – 40 с.
14. Михальцевич, А. И. Режим орошения культурных пастбищ на торфяноглеевых почвах Полесья / А. И. Михальцевич, К. С. Пантелей, Н. Я. Гриневич // Мелиорация переувлажненных земель : сб. науч. тр. Белорус. НИИ мелиорации и вод. хозяйства / БелНИИМиВХ. – Минск : Ураджай, 1976. – Т. XXIV. – С. 98–110.
15. Алехин, А. В. Влияние орошения и числа скашиваний на продуктивность бобово-злаковых травосмесей в условиях северо-востока Республики Беларусь : дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.02 / А. В. Алехин. – Горки, 1999. – 136 л.

Поступила 10 февраля 2022 г

Луговодство и кормопроизводство

УДК (633.378 + 633.24):631.559:631.445.1

УРОЖАЙНОСТЬ И ЦЕНОТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЧИНЫ МНОГОЛЕТНЕЙ ЖУРАВУШКА В СМЕСИ С ТИМОФЕЕВКОЙ ЛУГОВОЙ НА ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ

А. Л. Бирюкович, кандидат сельскохозяйственных наук

Р. Т. Пастушок, кандидат сельскохозяйственных наук

РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

Аннотация

Чина многолетняя Журавушка в смеси с тимopheевкой луговой на торфяной почве обеспечила в среднем за три года получение урожайности 358–395 ц/га зеленой массы, или 72,4–79,7 ц/га сухого вещества. Увеличение нормы высева чины с 15 кг/га (0,4 млн шт. семян/га) до 25 кг/га (0,7 млн шт. семян/га) мало влияло на общую урожайность травостоя, но увеличивало ее сохранность в травостое. Чина многолетняя достигала максимума своего развития на 3–4 годы жизни, и ее доля в урожае травостоя с тимopheевкой луговой в третьем укосе составляла 34,8 %. При увеличении возраста травостоя и нормы высева чины отмечена тенденция увеличения доли в урожае до 34,8 %. Индекс ценотической активности чины многолетней в травостое с тимopheевкой луговой увеличивался в течение вегетации от первого укоса к третьему, а также с возрастом травостоя с 0,07 во втором году жизни до 0,82 в четвертом.

Ключевые слова: чина многолетняя, урожайность, ботанический состав, ценотическая активность компонента, норма высева.

Abstract

A. L. Biryukovich, R. T. Pastushok

YIELD AND COENOTIC ACTIVITY OF LATHYRUS SYLVESTRIS L. IN A MIXTURE WITH MEADOW TIMOTHY ON PEAT SOIL

Lathyrus sylvestris L. Zhuravushka in a mixture with meadow timothy on peat soil provided an average yield of 358–395 c/ha of green mass or 72.4–79.7 c/ha of dry matter on average for three years. An increase in its seeding rate from 15 kg/ha (0.4 million seeds/ha) to 25 kg/ha (0.7 million seeds / ha) had little effect on the overall yield of the herbage, but increased its safety in the herbage. The *Lathyrus sylvestris* L. reached its maximum development at 3–4 years of life and its share in the harvest of grass with timothy meadow in the third mowing was 34.8 %. With an increase in the age of the herbage and the seeding rate of the rank, there is a tendency to increase the share of the rank in the crop to 34.8 %. The index of coenotic activity of *Lathyrus sylvestris* L. in the herbage with timothy meadow increased during the growing season from the first mowing to the third, as well as with the age of the herbage from 0.07 in the second year of life to 0.82 in the fourth.

Keywords: unused agricultural land, deposit land, turnover, identification, model, engagement, risks.

Введение

Основными индикаторами подкомплекса кормопроизводства на 2021–2025 гг. являются: обеспечение общественного поголовья крупного рогатого скота высокоэнергетическими сбалансированными кормами путем производства ежегодно не менее 45 центнеров кормовых единиц на условную голову, из них травяных кормов – не менее 38 центнеров, включая заготовку кормов на зимне-стойло-

вый период в объеме не менее 28 центнеров кормовых единиц на условную голову; увеличение к концу 2025 г. площади посевов многолетних трав не менее 1 млн гектаров, из которых доля бобовых и бобово-злаковых трав должна составлять до 90 % [1]. В то же время, по данным инвентаризации Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, их доля составляет около

70 %. Поэтому необходимо расширить площади бобовых и бобово-злаковых трав прежде всего на торфяных почвах, где их выращивание по ряду причин пока затруднено. На кормовые

цели чину многолетнюю рекомендуется высевать с рыхлокустовыми, ценотически слабоактивными злаковыми травами (тимopheевка луговая, овсяница луговая) [2].

Материалы и методы исследований

Исследования проводили на мелиорированной торфяной почве низинного типа с мощностью торфа 0,5–1,0 м, подстилаемой песком (ОАО «Парохонское» Пинского р-на Брестской обл.), которая в слое 0–20 см содержала P_2O_5 234,0 мг/кг и K_2O – 285,0 мг/кг почвы, pH_{KCl} 5,5–6,0.

Схема опыта: 1) тимopheевка луговая 12 кг/га + чина многолетняя 15 кг/га;

2) тимopheевка луговая 12 кг/га + чина многолетняя 20 кг/га;

3) тимopheевка луговая 12 кг/га + чина многолетняя 25 кг/га.

Посев 2015 г. без покрова. Общая площадь деланки 300 м² (15 × 20 м), учетная – 2,5 м². Повторность 16-кратная. Минеральные удобрения – $N_{45}P_{60}K_{150}$. До всходов (3-я декада мая) посев обработали пульсаром, 0,75 л/га.

Начало всходов чины многолетней отмечено 13 июня 2015 г.: всходы тимopheевки появились поздно вследствие засухи. Расчет гидротермического коэффициента (далее – ГТК) Г. Т. Селянинова [3, с. 118] показал, что в 2015 г. благоприятные для роста трав среднесуточные температуры ($\geq +10$ °C) наступили в 3-й декаде апреля. В течение шести декад ГТК были ниже оптимального уровня (ГТК 1,3–1,6),

и в продолжение вегетации были засушливые, очень засушливые или сухие периоды (рис. 1).

В 2016 г. благоприятные условия для роста трав наступили в 1-й декаде апреля; в течение семи декад ГТК был ниже оптимума (0–0,6). Ввиду аномально сухих погодных условий, сложившихся в июне, на формирование 2-го укоса потребовалось два месяца, и его учет проведен 4 августа 2016 г.

Весна 2017 г. была холодной, и минимальные температуры на поверхности почвы составляли –4,4 °C до 2-й декады мая, что сдерживало линейный рост чины.

В целом вегетация трав проходила в благоприятных условиях. Продолжительность периода с ГТК ниже оптимума составила три декады, когда температура на поверхности почвы не превышала 3,5 °C. Ко 2-й декаде апреля высота чины составила 5–6 см, тимopheевки луговой 10–15 см, однако резкое понижение температуры на поверхности почвы в апреле (до –7,4 °C, а на высоте 2 см над поверхностью до –10,4 °C) отрицательно сказалось на формировании урожая 1-го укоса трав.

Высота растений чины многолетней 14 мая составила 20 см, тимopheевки луговой – 30 см. К 23 мая тимopheевка луговая в высоту достигала 60 см, чина – 30 см. Высота тимopheевки

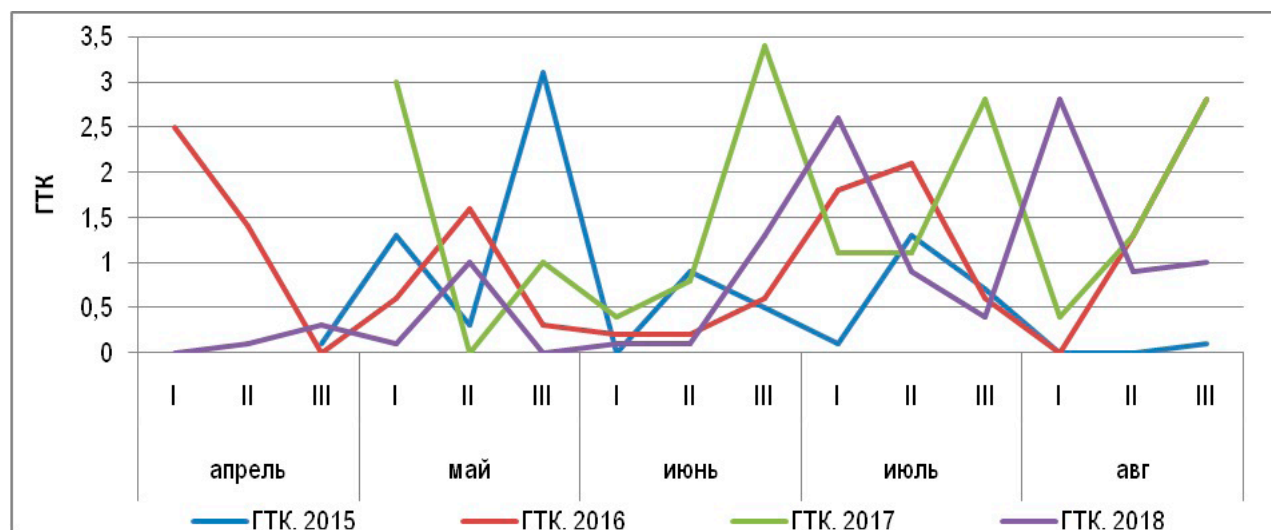


Рис. 1. Гидротермические коэффициенты (2015–2018 гг., г. Пинск)

луговой 30 мая 2017 г. составила 80 см, чины – 30–31 см. В результате 1-й укос трав сформировался только к 12 июля, что на две недели позднее, чем в предыдущем 2016 г.

Вегетационный период 2018 г. характеризовался продолжительной засухой (2-я декада

апреля – 2-я декада июня), когда ГТК составил 0–1,0. Так, недобор осадков за март – июнь составил 127,3 (среднемноголетняя сумма – 213,2 мм). В мае и июне недобор осадков составил соответственно 38,3–48,8 мм, что существенно задержало проведение 1-го укоса.

Результаты исследований и их обсуждение

Уборку 1-го укоса чины можно начинать в фазе начала цветения первого яруса (1–2-я декады июня), а чтобы получить два полноценных укоса, первый укос проводят в фазу цветения второго яруса [4].

Учет урожайности 1-го укоса травостоя 2 года жизни (г. ж.) был проведен 27–30 мая 2016 г. Благоприятные погодные условия, сложившиеся весной для злаковых трав, позволили получить урожайность зеленой массы 359–371 ц/га (табл. 1).

Вследствие недостаточного количества осадков в июне (53,2 % нормы) для формирования 2-го укоса потребовалось два месяца, и его уборку провели 6 августа. Подкос травостоя (3-й укос) осуществили в начале октября. В сумме за вегетацию 2-го г. ж. урожайность зеленой массы чины многолетней составила 505–522 ц/га и не зависела от нормы высева чины.

Урожайность 1-го укоса чины 3-го г. ж. – 228–250 ц/га зеленой массы и в среднем ниже на 53 %, чем 2-го г. ж., что могло быть обусловлено более поздним наступлением оптимальных погодных условий для начала вегетации, чем во 2-м г. ж.

Урожайность 2-го укоса в 3-м г. ж. чины практически не отличалась от 2-го г. ж. (90–107 ц/га). При подкосе чины в конце вегетации ее урожайность была незначительной: 11–14 ц/га зе-

леной массы. В сумме за вегетацию 3-го г. ж. урожайность зеленой массы чины составила 329–363 ц/га и практически не зависела от ее нормы высева.

В 4-м г. ж. урожайность 1-го укоса чины в среднем была на 31,8 % ниже, чем в 1-м укосе 3-го г. ж. (164–202 ц/га). Следует отметить, что при норме высева 0,7 млн шт./га урожайность чины в 1-м укосе 4-го г. ж. (202 ц/га зеленой массы) была ниже урожайности 1-го укоса в 3-м г. ж. на 16,3 %; при норме высева 0,5 млн – на 32,1 %; норме 0,4 млн шт./га – на 39,0 %.

Таким образом, при посеве чины с большей нормой высева (25 кг, или 0,7 млн шт. семян/га) ее урожайность к 4-му году снижалась меньше, чем при нормах высева 0,4–0,5 млн шт./га. Аналогичное явление отмечено и у других бобовых видов. Например, люцерна посевная при более высоких нормах высева на 4–5-й г. ж. при весеннем (8,5 млн/га) и раннелетнем посевах (10 млн/га) обеспечивала более высокий сбор сухой массы [4].

В среднем по годам исследований распределение сбора зеленой массы чины в течение вегетации было следующим: 1-й укос составил 69 % урожая, 2-й – 25, 3-й – 6 %. В 1-й и 2-й г. ж. чина многолетняя в своем развитии проходила только фазу стеблевания, образуя 2–3 стебля. Первого сентября 2016 г. высота травостоя третьего укоса составляла 31–35 см.

Таблица 1. Урожайность травосмеси чины многолетней с тимофеевкой луговой, ц/га зеленой массы

Норма высева чины, кг/га (млн шт./га)	1 г. ж. (2015 г.)	2 г. ж. (2016 г.)				3 г. ж. (2017 г.)				4 г. ж. (2018 г.)				Ср.
		укос												
		1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	
15 (0,4)	55	359	108	38	505	228	90	11	329	164	55	21	240	358
20 (0,5)	60	361	112	37	510	250	101	12	363	175	61	21	257	377
25 (0,7)	61	371	111	40	522	235	107	14	356	202	81	23	306	395

Анализируя данные распределения сбора сухой массы по укосам, можно отметить, что при скашивании травостоя в фазе колошения злакового компонента более половины общего урожая приходилось на 1-й укос (табл. 2). Если в 1-м укосе было получено 59,5–61,2 ц/га сухого вещества, то во 2-м соответственно 19,4–20,1 ц/га, или только 31,8–33,7 % 1-го укоса. В 3-м укосе, в связи с засушливыми условиями сентября, было получено всего 7,7–7,9 ц/га сухого вещества. Урожайность сухого вещества во втором укосе 3-го г. ж. составила 33,5–45,6 % первого. На 4-й г. ж. на долю 1-го укоса приходилось 51,0–67,4 % урожайности сухой массы, а величина 2-го укоса составила 33,8–57,7 %. Таким образом, с увеличением возраста травостоя отмечается тенденция увеличения урожайности 2-го укоса.

Анализ ботанического состава травостоя показал, что в 1-м укосе 2-го г. ж. доля чины в травостое была незначительной (0,3–0,5 %), а во 2-м и 3-м укосах увеличивалась (рис. 2).

Увеличение доли чины в травостое от 1-го укоса к 3-му отмечено и в последующие годы. Однако доля чины в 1-м укосе с возрастом травостоя повышалась и на 4-й г. ж., она составила 5,4–15,4 % от всего урожая. Отмечена тенденция повышения доли чины в урожае при увеличении возраста травостоя и ее нормы высева. Исходя из этого, можно заключить, что чина многолетняя достигала максимума своего развития в составе агрофитоценоза на 3–4-й г. ж.

Полевая всхожесть многолетних трав зависит от погодных условий и составляет в сухие годы 20–40 %, во влажные – 35–60 % [5]. Поскольку чина обладает достаточно высокой твердокаменностью и ее необходимо сеять при невысоких температурах, то были определены ее посевные качества при разных температурных режимах. Проращивали семена в термостате между слоями фильтровальной бумаги при постоянной температуре 20 °С; 10; 6 °С. Энергию прорастания чины определяли на 7 день, а лабораторную всхожесть – на 14-й [6].

Таблица 2. Урожайность травосмеси чины многолетней с тимopheевкой луговой, ц/га сухой массы

Норма высева чины, кг/га (млн шт./га)	1 г. ж.	2 г. ж.				3 г. ж.				4 г. ж.				Ср.
		укос												
		1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	1	2	3	Σ	
15 (0,4)	10,9	61,0	19,4	7,9	88,3	54,0	18,1	2,7	74,8	36,4	12,3	5,3	54,0	72,4
20 (0,5)	11,0	59,5	20,1	7,7	87,3	50,1	21,4	3,1	74,6	38,9	22,3	5,6	66,8	76,2
25 (0,7)	11,5	61,2	20,0	7,6	88,8	49,3	22,5	3,5	75,3	44,0	25,4	5,6	75,0	79,7
НСР ₀₅ , ц/га					4,6				3,1				10,2	

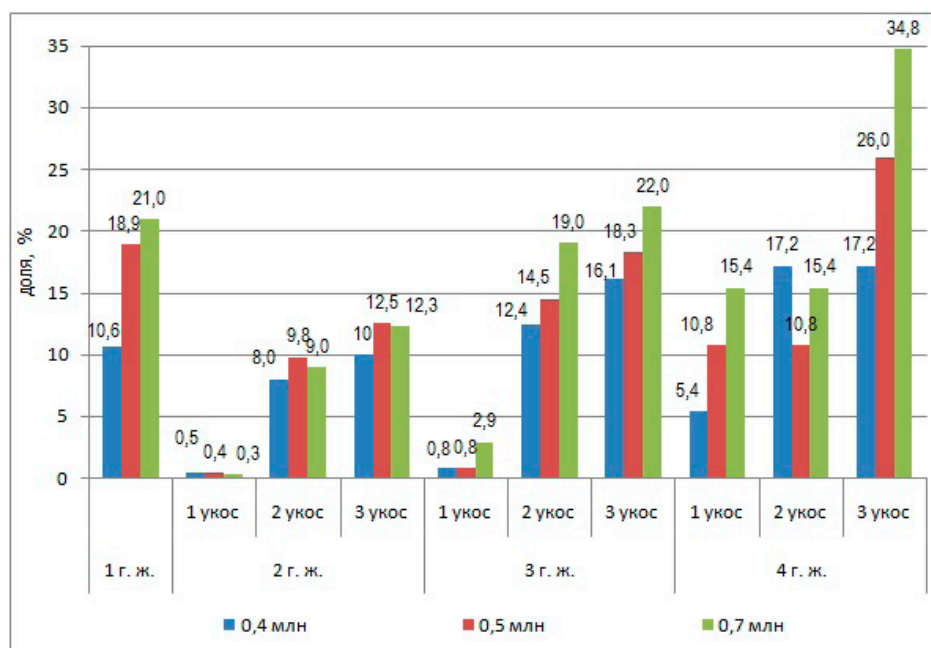


Рис. 2. Доля чины многолетней при различных ее нормах высева в смеси с тимopheевкой, %

При понижении температуры проращивания семян с 20 °С до 10 °С энергия проращивания семян снижалась на 82 %, лабораторная всхожесть – на 20 % и составляла 72 % (табл. 3). Дальнейшее уменьшение температуры проращивания до 6 °С приводило к последующему снижению лабораторной всхожести, а энергия проращивания была равна нулю.

Расчет индекса ценотической активности (ИЦА) чины многолетней в смеси с тимофеевкой луговой [7] показал, что он достиг своих максимальных значений на 4-й г. ж. при норме высева 25 кг/га (табл. 4). ИЦА чины многолетней во 2-й г. ж. увеличивался в течение вегетации от 1-го укоса к 3-му, причем его показатель был максимален при норме высева чины 20 кг/га. В 3-м г. ж. травостоя сохранялась тенденция увеличения ИЦА от 1-го укоса к 3-му. Однако

в отличие от предыдущего г. ж. более высокий ИЦА чины был при норме высева 25 кг/га. Аналогичная тенденция изменения этого показателя прослеживалась и на 4-й г. ж. травостоя, максимальный ИЦА был в 3-м укосе при норме высева 25 кг/га.

Таким образом, можно предположить, что при использовании травостоя чины с тимофеевкой в течение более продолжительного срока ее норму высева надо увеличивать.

В отличие от чины многолетней ИЦА тимофеевки луговой мало изменялся по годам жизни и составлял 0,65–0,98 (табл. 5). Более высокий ИЦА в течение вегетационного периода был у тимофеевки в 1-м укосе – 0,84–0,98, что обычно связано с весенними, более благоприятными условиями для роста злаков.

Таблица 3. Энергия проращивания и лабораторная всхожесть чины многолетней в зависимости от температуры проращивания

Температура проращивания, °С	Энергия проращивания, %	Всхожесть, %
20	84	92
10	2	72
6	0	59

Таблица 4. Индекс ценотической активности чины многолетней в травостое с тимофеевкой луговой

Норма высева чины, кг/га (млн шт./га	2-й г. ж.			3-й г. ж.			4-й г. ж.		
	укос								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
15 (0,4)	0,005	0,08	0,10	0,01	0,12	0,16	0,05	0,17	0,17
20 (0,5)	0,004	0,10	0,13	0,01	0,15	0,18	0,11	0,11	0,26
25 (0,7)	0,003	0,09	0,12	0,03	0,19	0,22	0,15	0,15	0,35

Таблица 5. Индекс ценотической активности тимофеевки луговой в травостое с чиной многолетней

Норма высева чины, кг/га (млн шт./га	2-й г. ж.			3-й г. ж.			4-й г. ж.		
	укос								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
15 (0,4)	0,98	0,90	0,90	0,94	0,84	0,81	0,93	0,81	0,82
20 (0,5)	0,97	0,87	0,87	0,93	0,82	0,79	0,88	0,87	0,74
25 (0,7)	0,98	0,89	0,87	0,92	0,78	0,76	0,84	0,83	0,65

Итак, норма высева чины многолетней Журавушка не оказывала влияния на ценотически слабый злак – тимофеевку луговую.

Продуктивное долголетие чины в Беларуси может достигать 8–10 лет, Культура характеризуется высоким содержанием сырого протеина, его выход с гектара составляет около

3 тонн. При возделывании чины на торфяных почвах ежегодно сохраняется до 2,0–2,5 т/га органического вещества торфа, стоимость которого составляет 100–125 долл. США. Экономический эффект выращивания чины на осушенных торфяных почвах составлял около 300 долл. США на гектар.

Выводы

1. Чина многолетняя Журавушка в смеси с тимофеевкой луговой на торфяной почве обеспечила в среднем за три года получение урожайности 358–395 ц/га зеленой массы или 72,4–79,7 ц/га сухого вещества.

2. Увеличение нормы высева чины многолетней с 15 кг/га (0,4 млн шт. семян/га) до 25 кг/га (0,7 млн шт. семян/га) мало влияло на общую урожайность травостоя, но повышало ее сохранность в травостое.

3. Чина многолетняя достигала максимума своего развития в составе агрофитоценоза

на 3–4-й г. ж., и ее доля в урожае травостоя с тимофеевкой луговой в третьем укосе составляла 34,8 %. При увеличении возраста травостоя и нормы высева чины выявлена тенденция повышения ее доли в урожае до 34,8 %.

4. Индекс ценотической активности чины многолетней в травостое с тимофеевкой луговой увеличивался в течение вегетации от первого укоса к третьему, а также с возрастом травостоя с 0,07 во 2-м г. ж. до 0,82 в 4-м.

Библиографический список

1. О Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021–2025 годы [Электронный ресурс] : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 1 февр. 2021 г., № 59 // Нац. правовой Интернет-портал Респ. Беларусь. — Режим доступа: https://pravo.by/upload/docs/op/C22100059_1612904400.pdf. — Дата доступа: 19. 09.2021.

2. Возделывание чины многолетней (лесной) на мелиорированных торфяных почвах : отраслевой технологический регламент / Мееровский А. С. [и др.]. — Минск : РУП «Институт мелиорации», 2016. — 20 с.

3. Шкляр, А. Х. Климатические ресурсы Беларуси и их использование в сельском хозяйстве / А. Х. Шкляр. — Минск : Ураджай, 1970. — 432 с.

4. Шлапунов, В. Н. Результаты исследований беспокровного посева люцерны / В. Н. Шлапунов, А. Л. Бирюкович, А. Н. Романович // Земледелие и защита растений. — 2018. — № 6. — С. 5–8.

5. Нормы высева семян многолетних трав [Электронный ресурс] // РГАУ-МСХА. — Режим доступа: <http://www.activestudy.info/normy-vyseva-semyan-mnogoletnix-trav/>. — Дата доступа 29.10.2021.

6. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести (с изм. N 1, 2) : ГОСТ 12038-84, введ. 01.07.1986 [Электронный ресурс] // Интернет и право. — Режим доступа: https://archive-szfn.rk.gov.ru/file/Nadzor_kontrol_v_oblasti_semenovodstva_dok11.pdf. — Дата доступа 18.12.2021.

7. Способ формирования сеяных сообществ долголетних сенокосов и пастбищ : пат. А01В79/02 : МПК А01В79/02 (1987) / Н. В. Синицын, Л. П. Гордей, Н. П. Маршалко [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. — Дата доступа: 19.02.2022.

Поступила 11 марта 2022 г.

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПИТАТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ ТРАВ, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ С ЛЮЦЕРНОЙ ПОСЕВНОЙ

Н. Ф. Надточаев, кандидат сельскохозяйственных наук

А. Н. Романович, кандидат сельскохозяйственных наук

Д. Н. Володькин, кандидат сельскохозяйственных наук

Д. А. Мочалов, младший научный сотрудник

РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию», г. Жодино, Беларусь

Аннотация

В 2020–2021 гг. на связносупесчаной почве с повышенным содержанием гумуса, фосфора и калия изучены продуктивность и питательная ценность люцерны посевной в одновидовых и смешанных посевах, на основании чего сделан вывод о том, что наибольшую продуктивность с хорошими качественными показателями зеленой массы обеспечивает вариант ее весеннего подсева с нормой высева 6 млн всхожих семян на 1 га в горохо-ячменную смесь (0,8 млн/га + 3,0 млн/га). Могут иметь место и варианты как одновидового посева люцерны (12 млн/га), так и смешанного с кострцом безостым, овсяницей луговой или тимopheевкой луговой (по 6 млн/га бобового и злакового компонентов), показавшие во второй год жизни трав высокий сбор кормопротеиновых единиц.

Ключевые слова: люцерна посевная, многолетние злаковые травы, пелюшко-ячменная смесь, урожайность, зеленая масса, сухое вещество, сырой протеин, кормовые единицы, обменная энергия.

Abstract

N. F. Nadtochayev, A. N. Romanovich, D. N. Volodkin, D. A. Mochalov

NUTRITIONAL VALUE AND PRODUCTIVITY OF HERBS, CULTIVATED IN A MIXTURE WITH ALFALFA SEED

In 2020–2021, productivity and the nutritional value of alfalfa in single-species and mixed crops were studied on cohesive-sandy soil with an increased content of humus, phosphorus and potassium, on the basis of which it was concluded that the greatest productivity with good quality indicators of green mass is provided by the option of its spring sowing with a seeding rate of 6 million germinating seeds per 1 ha in a pea-barley mixture (0.8 million/ha + 3.0 million/ha). There may also be variants of both single-seeding of alfalfa (12 million/ha) and mixed with awnless kostretz, meadow fescue or meadow timofeevka (6 million/ha of legume and cereal components each), which showed a high collection of fodder protein units in the second year of grass life.

Keywords: alfalfa, perennial grasses, pelyushko-barley mixture, yield, green mass, dry matter, crude protein, feed units, exchange energy.

Введение

Люцерна – одна из самых распространенных высокобелковых кормовых культур в мире. Она отличается целым рядом несомненных достоинств: засухоустойчивостью, зимостойкостью, многоукосностью, продуктивным долголетием, относительной неприхотливостью к почвам, способностью к высокой азотфиксации [1]. Весьма эффективно ее возделывание в одновидовых посевах. Вместе с тем в первый год жизни использовать люцерну практически невозмож-

но вследствие низкой урожайности и высокой засоренности посева сорняками [2]. В этой связи рекомендуется применение покровных культур, а также выращивание люцерны в совместных посевах со злаками [3–5]. Однако не все злаковые компоненты одинаково хорошо подходят к использованию в смесях с люцерной из-за высокой конкурентности и несовпадения оптимальных фаз развития к моменту уборки [6].

Материалы и методы исследований

Полевой опыт заложен на опытном участке Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию на дерново-подзолистой связносупесчаной почве, подстилаемой

моренным суглинком с глубины 0,4–0,9 м. Агрохимическая характеристика участка: pH – 5,87, гумус – 2,78 %, P₂O₅ – 199 мг/кг, K₂O – 366 мг/кг.

В опыте высевались люцерна посевная Медиана, кострец безостый Усходні, фестулолиум Пуня, овсяница луговая Зорка, тимopheвка луговая Волна, ежа сборная Магутная, райграс однолетний Полланум и Элюнария, смешанные в равных количествах, пелюшка Марат, ячмень Мустанг, сорго-суданковый гибрид Фрея КВС. Схема опыта и нормы высева семян представлены в таблицах ниже. Площадь опытных деленок составляла 22 м², повторность – четырехкратная.

Предшественник – озимая тритикале. Обработка почвы – традиционная. Осенью под вспашку и затем на второй год внесены минеральные удобрения в виде аммонизированного суперфосфата и хлористого калия (P₆₀K₁₂₀). Посев проведен 4 мая 2020 г. Высокие температуры воздуха и достаточное количество осадков (151 мм) в июне благоприятствовали хорошему росту растений, в том числе сорных. Июль оказался прохладным и умеренно влаж-

ным, а две первые засушливые декады августа (1/3 осадков от нормы) при температуре, превысившей норму на 0,8 °С, сдерживали активный прирост зеленой массы многолетних трав третьего укоса.

В мае 2021 г. прохладная, влажная погода способствовала формированию высокого урожая зеленой массы трав, хотя растения значительно отставали в развитии (приблизительно на 1–2 недели) – по сравнению с данными за предшествующие годы. Так, у люцерны посевной начало бутонизации наблюдалось 8 июня; выметывание у костреца безостого, ежи сборной – 28 мая, овсяницы луговой – 31 мая, фестулолиума – 1 июня; у тимopheвки луговой начало колошения отмечено 8 июня. Июнь оказался теплым и дождливым, поэтому во втором укосе сформировался хороший урожай люцерны, а жаркая, засушливая погода июля, напротив, не позволила нарастить достаточно зеленой массы этой культуры в третьем укосе.

Результаты исследований и их обсуждение

Урожайность зеленой массы многолетних трав из-за их медленного роста в первый год жизни, как это часто бывает, представлена преимущественно сорными растениями. Например, согласно нашим исследованиям, в первом укосе, проведенном через 56 дней после сева, на культурные растения приходилось от 11–15 % урожая зеленой массы в вариантах посева люцерны с сорго-суданковым гибридом (далее – ССГ), тимopheвкой луговой, ежой сборной, кострецом безостым и овсяницей луговой до 33 % в варианте с фестулолиумом. Смесь люцерны с райграсом однолетним позволила увеличить долю культурных видов до 49 %. А меньше всего сорных растений (8 %) присутствовало в ценозе с подсевом люцерны в пелюшко-ячменную смесь.

Удвоенная норма высева люцерны также позволяет в первом укосе уменьшить долю сорных растений в урожае зеленой массы до 77 % против 85–89 % в вариантах с нормой высева по 6 млн всхожих семян на 1 га люцерны и многолетних злаков (за исключением смеси с фестулолиумом). В 2020 г. при последующих укосах доля сорных растений в урожае зеленой массы оказалась невысокой. Однако и ее урожайность, особенно в третьем укосе, также была значительно меньше относительно

первого укоса. Во втором укосе она колебалась от 91,3 ц/га (в варианте посева люцерны с пелюшко-ячменной смесью) до 165,7 ц/га (с райграсом однолетним). В третьем укосе сбор зеленой массы составил от 28 ц/га в одновидовом посеве люцерны до 55,3 ц/га в варианте совместного посева люцерны с фестулолиумом.

В сумме за 3 укоса наибольшую урожайность зеленой массы (423,3 ц/га) показал вариант подсева люцерны в пелюшко-ячменную смесь (табл. 1). Несущественно меньший сбор (на 5,3–35,6 ц/га) отмечен в вариантах посева люцерны с райграсом однолетним, фестулолиумом и ССГ. Что касается урожайности зеленой массы сеяных трав, то только первый вышеназванный вариант с общим сбором 343,0 ц/га имел существенное превосходство над всеми другими – благодаря пелюшко-ячменной смеси. В первый год жизни наибольший сбор зеленой массы люцерны (200,5 ц/га) получен в одновидовом посеве. Среди злаков наибольшую урожайность показал райграс однолетний (271,1 ц/га); существенно ниже урожайность фестулолиума (213,0 ц/га).

По сбору сухого вещества в первый год жизни трав выделились два варианта посева люцерны: с пелюшко-овсяной смесью (58,1 ц/га) и

райграсом однолетним (60,6 ц/га). Самый низкий сбор сухого вещества отмечен в смешанных посевах люцерны с кострцом (33,0 ц/га), тимфеевкой (35,2 ц/га), овсяницей (35,4 ц/га) и ССГ

(36,2 ц/га). Это даже меньше, чем показал вариант одновидового посева люцерны, где сбор сухого вещества составил 39,2 ц/га.

Таблица 1. Урожайность трав в первый и второй годы жизни, ц/га

Культура и норма высева семян, млн шт./га	Год	Зеленая масса				Сбор сухого вещества	
		всего	в том числе культурных видов	из них люцерна	злаки	всего	в том числе люцерна
1. Люцерна, 12	2020	367,0	200,5	200,5	0	39,2	39,2
	2021	498,0	452,4	452,4	0	91,9	91,9
	среднее	432,5	326,5	326,5	0	65,6	65,6
2. Люцерна, 6 + + кострец безостый, 6	2020	355,5	168,7	116,7	52	33,0	23,9
	2021	484,5	444,9	340,2	104,7	92,5	71,0
	среднее	420,0	306,8	228,5	78,4	62,8	47,5
3. Люцерна, 6 + + фестулолиум, 6	2020	395,3	254,9	41,9	213,0	49,2	8,2
	2021	366,4	337,2	190,4	146,8	69,5	42,2
	среднее	380,9	296,1	116,2	179,9	59,4	25,2
4. Люцерна, 6 + + овсяница луговая, 6	2020	343,9	173,1	123,6	49,5	35,4	24,3
	2021	502,6	473,8	336	137,8	99,7	70,1
	среднее	423,3	323,5	229,8	93,7	67,6	47,2
5. Люцерна, 6 + + тимфеевка луговая, 6	2020	351,8	173,0	160,2	12,8	35,2	32,2
	2021	501,3	475,3	394,7	80,6	95,5	80,5
	среднее	426,6	324,2	277,5	46,7	65,4	56,4
6. Люцерна, 6 + + ежа сборная, 6	2020	367,8	189,1	106,4	82,7	39,9	21,0
	2021	512,3	474,8	272,8	202,0	102,0	57,0
	среднее	440,1	332,0	189,6	142,4	71,0	39,0
7. Люцерна, 12 + + райграс однолетний, 6	2020	418,0	309,7	38,6	271,1	60,6	6,7
	2021	414,6	378,5	291,2	87,3	76,8	60,7
	среднее	416,3	344,1	164,9	179,2	68,7	33,7
8. Люцерна, 6 + + пелюшка, 0,8 + + ячмень, 3,0	2020	423,3	343,0	90,2	252,8*	58,1	18,7
	2021	476,4	432,7	432,7	0	89,3	89,3
	среднее	449,9	387,9	261,5	126,4*	73,7	54,0
9. Люцерна, 6 + + сорго-суданковый гибрид, 0,4	2020	387,7	182,1	169	13,1	36,2	34,0
	2021	506,4	458,4	458,4	0	94,6	94,6
	среднее	447,1	320,3	313,7	6,6	65,4	64,3
НСР ₀₅	2020	37,9	22,2	11,6	10,5	4,3	2,3
	2021	47,4	43,6	35,2	12,6	9,0	7,3
	среднее	42,9	34,6	26,2	11,6	7,0	5,4

Примечание. * – ячмень + пелюшка.

Во второй год жизни все изучаемые варианты посева люцерны показали близкую урожайность зеленой массы – 476,4–512,3 ц/га. Исключение составили две смеси: с фестулолиумом и райграсом однолетним (соответственно 366,4 и 414,6 ц/га). Доля сорных растений в общем урожае зеленой массы трав во второй год их жизни была невысокой (5–10 %). Главным образом, это происходило за счет первого укоса, где этот показатель увеличился до 15 %.

Аналогичная картина отмечена при анализе урожайности зеленой массы исключительно сеяных трав. Что касается люцерны, то ее сбор был существенно большим в вариантах, где отсутствовали другие культурные растения: одновидовом посеве или смешанном с ССГ или пелюшко-ячменными компонентами. По данным вариантам зафиксирована наибольшая урожайность и по сбору сухого вещества люцерны (89,3–94,6 ц/га). Но по общему сбору сухого вещества на первом месте оказалась смесь люцерны с ежой сборной (102 ц/га), затем следуют смешанные посевы люцерны с тимофеевкой или овсяницей (95,5–99,7 ц/га).

В бинарных смесях люцерны со злаками последние присутствовали в ценозе преимущественно в первом укосе. Так, доля люцерны в урожае сухого вещества здесь составила от 22–33 % в вариантах с фестулолиумом и ежой до 61–71 % в вариантах с райграсом однолетним и тимофеевкой. Во втором укосе на люцерну приходилось уже от 88 (при посеве с ежой) до 97 % (с овсяницей или тимофеевкой). Ежа сборная, единственная из злаковых трав, в значительном количестве (9 %) присутствовала и в третьем укосе; в других вариантах доля других злаковых трав не превышала 1 % урожая сухого вещества.

Кормовые травы имеют существенные различия по питательной ценности в зависимости от метеоусловий года, срока уборки, соотношения бобового и злакового компонентов и т. д. (табл. 2). Например, по содержанию сырого протеина в урожае сухого вещества трав 2020 г. различия в первом укосе составляют от 16,2 % в варианте подсева люцерны в пелюшко-ячменную смесь до 26,0 % в варианте одновидового посева. Во втором укосе самое низкое содержание протеина выявлено в смешанном посеве люцерны с райграсом однолетним (11,3 %), фестулолиумом (14,7 %)

и ежой (15,8 %). Все другие варианты, в том числе и посев одной люцерны, незначительно различались между собой (16,2–16,8 %). Данные по третьему укосе аналогичны предыдущему, но лишь с той разницей, что содержание протеина в урожае сухого вещества еще более снизилось: в первом случае оно составило 10,6–11,3 %, во втором – 12,4–15,5 %.

Во второй год жизни содержание протеина в урожае первого укоса трав колебалось от 11,4–12,8 % (в вариантах посева люцерны с ежой и фестулолиумом) до 16,3 % (с тимофеевкой). Самым высоким оно было в вариантах с отсутствием злакового компонента (18,2 %). Во втором укосе, где в урожае присутствовала небольшая доля сухого вещества злаков, содержание протеина колебалось в незначительных пределах (17,0–17,6 %), а в третьем укосе, при почти полном отсутствии злаков, границы этого диапазона еще более сузились: до 17,6–17,7 %.

Таким образом, средневзвешенный показатель содержания сырого протеина в первый год жизни трав колебался от 13,5–14,4 % в вариантах посева люцерны с райграсом однолетним или фестулолиумом до 18,2 % в одновидовом посеве. Во второй год жизни люцерна по-прежнему оставалась на лидирующей позиции (17,7 %), а меньше всего протеина содержалось в урожае при совместном посеве ее с ежой или фестулолиумом (15,5–15,8 %). Из смешанных посевов люцерны с многолетними злаковыми травами по данному показателю заметно выделяется вариант с тимофеевкой луговой, где в оба года средневзвешенное содержание сырого протеина составило 17,1 %.

Принимая во внимание, что если во втором и последующих укосах многолетние злаковые травы присутствовали в незначительных количествах, то позднеспелая тимофеевка как не многоукосная, но формирующая в первом укосе до 30 % урожая бинарной смеси является, по нашему мнению, наиболее подходящей культурой для совместного посева с люцерной посевной.

В части накопления в травах энергии также отмечаются большие колебания. Например, в 2020 г. содержание кормовых единиц в 1 кг СВ изменялось от 0,72 (люцерна третьего укоса в чистом виде) до 1,13 (первый укос люцерны с фестулолиумом). В 2021 г. был зафиксирован

более узкий диапазон: от 0,79 (люцерна + ежа в первом укосе) до 0,95 (все варианты третьего укоса, где злаки отсутствовали). Средневзвешенное в 2020 г. содержание кормовых единиц изменялось от 0,83 на 1 кг СВ (люцерна в чистом виде и в смеси с ССГ или тимopheевкой) до 0,93–0,96 (в смеси с райграсом однолетним или фестулолиумом). В 2021 г. диапазон колебаний сузился: от 0,86 (с ежой) до 0,90–0,91 во всех других вариантах. Относительно содержания в урожае сухого вещества обменной энергии отмечается аналогичная картина.

Максимальный сбор сырого протеина (9,44 ц/га) в первый год жизни трав обеспечил

подсев люцерны в горохо-ячменную смесь (табл. 3). Показатели по сбору сырого протеина в этом варианте были высоки и во второй год жизни: 15,71 ц/га. Несущественная разница наблюдалась в вариантах одновидового посева люцерны, ее смеси с овсяницей, тимopheевкой и ССГ, где сбор протеина составил 15,34–16,75 ц/га.

В итоге в среднем за 2 года наиболее урожайными по белку вариантами оказались: одновидовой посев (11,71 ц/га), подсев люцерны в горохо-ячменную смесь (12,58 ц/га) и посев люцерны с ССГ (11,49 ц/га).

Таблица 2. Питательность зеленой массы трав в расчете на 1 кг сухого вещества

Вариант опыта	Укос	Сырой протеин, г		Кормовые единицы		Обменная энергия, МДж	
		2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.	2020 г.	2021 г.
1. Люцерна, 12 млн/га	1	260	182	1,02	0,93	10,79	10,04
	2	168	173	0,81	0,82	9,24	9,38
	3	155	177	0,72	0,95	8,47	10,35
	среднее	182	177	0,83	0,90	9,40	9,82
2. Люцерна, 6 млн/га + кострец безостый, 6 млн/га	1	224	145	1,09	0,93	11,30	10,02
	2	161	175	0,87	0,84	9,66	9,49
	3	146	177	0,73	0,95	8,57	10,35
	среднее	164	166	0,87	0,91	9,61	9,89
3. Люцерна, 6 млн/га + фестулолиум, 6 млн/га	1	210	128	1,13	0,95	11,50	10,04
	2	147	171	1,00	0,83	10,51	9,45
	3	108	177	0,80	0,95	9,04	10,35
	среднее	144	158	0,96	0,91	10,22	9,87
4. Люцерна, 6 млн/га + овсяница луговая, 6 млн/га	1	252	137	1,04	0,93	10,93	9,98
	2	162	174	0,87	0,83	9,61	9,42
	3	124	177	0,77	0,95	8,84	10,35
	среднее	162	162	0,86	0,90	9,56	9,86
5. Люцерна, 6 млн/га + тимopheевка луговая, 6 млн/га	1	256	163	1,03	0,94	10,83	10,10
	2	166	174	0,82	0,82	9,33	9,40
	3	144	177	0,74	0,95	8,61	10,35
	среднее	171	171	0,83	0,90	9,34	9,88
6. Люцерна, 6 млн/га + ежа сборная, 6 млн/га	1	247	114	1,05	0,79	11,00	8,96
	2	158	176	0,90	0,83	9,82	9,40
	3	113	176	0,79	0,95	8,97	10,34
	среднее	154	155	0,88	0,86	9,68	9,25
7. Люцерна, 12 млн/га + райграс однолетний, 6 млн/га	1	207	153	1,13	0,92	11,55	9,96
	2	113	170	0,89	0,83	9,79	9,42
	3	106	177	0,81	0,95	9,05	10,35
	среднее	135	167	0,93	0,90	10,09	9,81
8. Люцерна, 6 млн/га + пелюшка, 0,8 млн/га + ячмень, 3,0 млн/га	1	162	182	0,96	0,93	10,46	10,04
	2	167	173	0,81	0,82	9,24	9,38
	3	152	177	0,72	0,95	8,50	10,35
	среднее	162	177	0,90	0,90	10,01	9,78
9. Люцерна, 6 млн/га + сорго-суданковый гибрид, 0,4 млн/га	1	254	182	1,03	0,93	10,89	10,04
	2	166	173	0,82	0,82	9,31	9,38
	3	153	177	0,75	0,95	8,70	10,35
	среднее	172	177	0,83	0,90	9,35	9,83

Таблица 3. Продуктивность трав в первый и второй годы жизни

Культура и норма высева семян, млн шт./га	Год	СП, ц/га		К.ед., ц/га		ОЭ, ГДж/га		КПЕ, ц/га
		всего	в том числе люцерны	всего	в том числе люцерны	всего	в том числе люцерны	
1. Люцерна, 12	2020	7,13	7,13	32,67	32,67	36,86	36,86	51,99
	2021	16,28	16,28	81,75	81,75	90,22	90,22	122,30
	среднее	11,71	11,71	57,21	57,21	63,54	63,54	87,15
2. Люцерна, 6 + + кострец безостый, 6	2020	5,42	4,07	28,61	19,16	31,7	21,9	41,41
	2021	14,83	12,55	83,42	63,17	91,45	69,8	115,90
	среднее	10,13	8,31	56,02	41,17	61,58	45,85	78,66
3. Люцерна, 6 + + фестулолиум, 6	2020	7,1	1,5	47,31	6,79	50,28	7,68	59,16
	2021	10,53	7,4	62,80	36,79	68,57	41,08	84,05
	среднее	8,82	4,45	55,06	21,79	59,43	24,38	71,61
4. Люцерна, 6 + + овсяница луговая, 6	2020	5,74	4,36	30,47	20,06	33,83	22,71	43,94
	2021	15,34	12,39	89,70	62,33	98,33	68,89	121,50
	среднее	10,54	8,38	60,09	41,20	66,08	45,80	82,72
5. Люцерна, 6 + + тимopheевка луговая, 6	2020	6,01	5,63	29,09	26,25	32,86	29,84	44,60
	2021	16,10	14,25	86,08	71,57	94,40	79,02	123,60
	среднее	11,06	9,94	57,59	48,91	63,63	54,43	84,10
6. Люцерна, 6 + + ежа сборная, 6	2020	6,13	3,76	35,2	17,37	38,64	19,65	48,25
	2021	14,24	10,06	83,56	50,26	94,32	55,73	113,00
	среднее	10,19	6,91	59,38	33,82	66,48	37,69	80,63
7. Люцерна, 12 + + райграс однолетний, 6	2020	8,18	1,37	56,57	5,98	61,15	6,57	69,19
	2021	12,53	10,72	68,11	53,74	75,33	59,49	96,70
	среднее	10,36	6,05	62,34	29,86	68,24	33,03	82,95
8. Люцерна, 6 + + пелюшка, 0,8 + + ячмень, 3,0	2020	9,44	3,09	52,58	14,74	58,13	16,94	73,49
	2021	15,71	15,71	79,20	79,20	87,35	87,35	118,93
	среднее	12,58	9,40	65,89	46,97	72,74	52,15	96,21
9. Люцерна, 6 + + сорго-суданковый гибрид, 0,4	2020	6,23	5,9	29,95	27,62	33,83	31,44	46,13
	2021	16,75	16,75	84,21	84,21	92,97	92,97	125,83
	среднее	11,49	11,33	57,08	55,92	63,40	62,21	85,98
НСР ₀₅	2020	0,68	0,41	3,81	1,90	4,19	2,15	5,31
	2021	1,47	1,29	7,99	6,48	8,81	7,16	11,35
	среднее	1,14	0,96	6,26	4,78	6,90	5,29	8,86

По выходу кормовых единиц в первый год жизни лучший результат показал вариант посева люцерны с райграсом однолетним (56,57 ц/га), а по обменной энергии – еще и с подсевом люцерны в горохо-ячменную смесь (61,15 и 58,13 ГДж/га соответственно). Во второй год жизни трав по этим показателям были лучшими шесть вариантов: одновидовой посев и также смешанный с кострцом, овсяницей, тимopheевкой, ежой и ССГ. Сбор кормовых единиц при этом составил 81,75–89,7 ц/га, обменной энергии – 90,22–98,33 ГДж/га.

В среднем за 2 года максимальный сбор кормовых единиц и обменной энергии обеспечил вариант с подсевом люцерны в горо-

хо-ячменную смесь (65,89 ц/га и 72,74 ГДж/га). Несущественное снижение выявлено в вариантах совместного посева с райграсом однолетним или овсяницей луговой, а по обменной энергии – еще и с ежой сборной.

Обобщающим показателем продуктивности бобовых и злаковых культур можно считать сбор кормопротеиновых единиц, рассчитанный как среднее между кормовыми единицами и протеином, умноженным на 10: в оба года достоверно лучший результат обеспечил вариант подсева люцерны в однолетнюю смесь. Следует также принять во внимание, что во второй год жизни трав высокий сбор КПЕ обеспечили также варианты одно-

видового посева люцерны и смешанного с кострцом, овсяницей, тимофеевкой или с ССГ. Продолжение данного исследования может позволить сделать вывод о целесообразности

рекомендовать перечисленные варианты для использования в производстве, за исключением последнего, как не имеющего практического значения.

Заключение

1. По двухлетним данным возделывания люцерны посевной на связносупесчаной почве центральной части Беларуси установлено, что наибольшую продуктивность с хорошими качественными показателями зеленой массы обеспечивает вариант ее весеннего подсева нормой высева 6 млн всхожих семян на 1 га в горохо-ячменную смесь (0,8 млн/га + 3,0 млн/га).

2. Во второй год жизни трав высокий сбор кормопротеиновых единиц показали также варианты одновидового посева люцерны (12 млн/га), а также смешанного с кострцом, овсяницей или тимофеевкой (по 6 млн/га бобового и злакового компонентов). Они могут быть рекомендованы для использования в производстве.

3. Многолетние злаковые травы присутствуют во втором и последующих укосах в незначительных количествах, поэтому позднеспелая тимофеевка как не многоукосная, но формирующая в первом укосе до 30 % урожая бинарной смеси является, по нашему мнению, наиболее подходящей культурой для совместного посева с люцерной посевной.

4. Фестулолиум и райграс однолетний, будучи интенсивными и сильнокустящимися злаками, заметно подавляют рост растений люцерны и при их норме высева 6 млн всхожих семян на 1 га не подходят для совместного посева с бобовой культурой.

5. Скороспелая ежа сборная вследствие несовпадения с люцерной посевной по срокам укосной спелости наименее подходит для совместного возделывания.

Библиографический список

1. Лазарев, Н. Н. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, Е. М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18–23.
2. Лазарев, Н. Н. Урожайность люцерны изменчивой (*Medicago Varia martin*) в одновидовых посевах и травосмесях с бобовыми и злаковыми травами / Н. Н. Лазарев, А. М. Стародубцева, Д. В. Пятинский // Кормопроизводство. – 2013. – № 11. – С. 10–12.
3. Авдеев, Л. Б. Урожайность травостоев с участием люцерны гибридной / Л. Б. Авдеев, Т. Н. Ахтель // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 1–2 июля 2004 г. : в 2 т. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т земледелия и селекции ; ред. М. А. Кадыров. – Минск : ИВЦ Минфина, 2004. – Т. 1: Земледелие и растениеводство. – С 175–178.
4. Пикун, П. Т. Формирование урожая семян люцерны с подсевом злаковых трав / П. Т. Пикун, М. М. Коротков // Стратегия и тактика экономически целесообразной адаптивной интенсификации земледелия : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 1–2 июля 2004 г. : в 2 т. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т земледелия и селекции ; ред. М. А. Кадыров. – Минск : ИВЦ Минфина, 2004. – Т. 1: Земледелие и растениеводство. – С. 171–174.
5. Тиво, П. Ф. Урожайность травосмесей на основе люцерны посевной и лядвенца рогатого // П. Ф. Тиво [и др.] // Земледелие и защита растений. – 2015. – № 2. – С. 3–6.
6. Донских, Н. А. Создание укосных травостоев с люцерной изменчивой в условиях Ленинградской области / Н. А. Донских, В. В. Владимирова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2017. – № 5 (59). – С. 193–195.

Поступила 11 февраля 2022 г.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОРМОВЫХ АГРОЦЕНОЗОВ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ С РЕДЬКОЙ МАСЛИЧНОЙ

В. М. Макаро, кандидат сельскохозяйственных наук

С. В. Гавриков, кандидат сельскохозяйственных наук

Б. И. Бабич, старший научный сотрудник

РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси», г. Щучин, Беларусь

Аннотация

Представлены результаты исследований по изучению особенностей формирования и урожайности кормовых агроценозов, созданных в результате совместного высева многолетних бобовых и злаковых трав с редькой масличной. Установлено, что наибольшей ценотической активностью клевер луговой и люцерны характеризуются в агроценозах, которые созданы при участии редьки масличной в количестве 70 % от нормы высева в чистом виде, что составляет 2,1 млн всхожих семян/га. При этом оптимальная структура по участию бобовых видов в составе травостоя (40,3–42,5 %) обеспечивается при введении к названному количеству редьки масличной злаковых трав (60 % от высева в чистом виде) и клевера лугового или люцерны (80 % от высева в чистом виде). Данная схема посева также обеспечивает получение наибольших уровней урожайности травостоев – 9,20–10,20 т/га.

Ключевые слова: агроценоз, редька масличная, многолетние травы, ботанический состав, урожайность сухого вещества.

Abstract

V. M. Makaro, S. V. Gavrikov, B. I. Babich

FEATURES OF THE FORMATION OF FODDER AGRO- CENOSES OF PERENNIAL GRASSES WITH OIL RADISH

The results of studies on the formation and productivity of fodder agroecosystems created as a result of the joint sowing of perennial legumes and cereal grasses with oil radish are presented. It has been established that red clover and alfalfa are characterized by the highest cenotic activity in agroecosystems, which were created with the participation of oilseed radish in the amount of 70 % of the seeding rate in its pure form, which is 2.1 million viable seeds/ha. At the same time, the optimal structure for the participation of legume species in the composition of the herbage (40.3–42.5 %) is ensured by adding to the above amount of oilseed radish cereal grasses (60% of the sowing in its pure form) and red clover or alfalfa (80 % of sowing in its pure form). This sowing scheme also provides the highest levels of herbage yield – 9.20–10.20 t/ha.

Keywords: agroecosystem, oil radish, perennial herbs, botanical composition, dry matter yield.

Введение

Главным сдерживающим фактором интенсификации животноводства на современном этапе является неудовлетворительное качество заготавливаемых кормов, которое выражается в низкой концентрации энергии и содержания белка. Одним из путей решения данной проблемы считается простое увеличение площадей под многолетними бобовыми травами, зернобобовыми культурами и их смесями со злаковыми видами [1–3]. Более прогрессивным направлением выхода из сложившейся ситуации может быть создание разнородных смешанных агрофитоценозов, которые будут сочетать в своей структуре культуры, характеризующиеся высоким потенциалом продуктивности, содержания энергии и протеина.

В этом отношении большой практический интерес представляет конструирование высокопродуктивных агроценозов на базе не толь-

ко многолетних бобовых и злаковых трав, но и крестоцветных культур, корм которых отличается более высоким содержанием обменной энергии и протеина, чем кукуруза, рожь, ячмень, и идентичен по этим показателям с горохом, викой и люцерной [4]. Создание такого рода ценозов позволит производить энергосыщенные высокобелковые корма и использовать их прямо в год создания.

В предшествующих исследованиях, проведенных в РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси», выявлена высокая эффективность таких агроценозов. В одном килограмме сухого вещества корма, полученного в первый год пользования с таких травостоев, содержание обменной энергии повышалось до 10,01 МДж, а обеспеченность кормовой единицы переваримым протеином – до 154–185 грамм.

В первый год пользования высокое содержание обменной энергии и переваримого протеина поддерживалось в значительной степени за счет крестоцветных культур. Со второго года пользования, после выхода крестоцветных из травостоя, эта функция должна осуществляться многолетними травами, в первую очередь бобовыми.

Однако наши исследования выявили тот факт, что существующий подход к конструированию травостоев сугубо многолетних трав не может быть применен при создании сложных агроценозов крестоцветных культур с травами.

Объекты, методы исследований и условия их проведения

Изучение особенностей формирования агроценозов многолетних трав с редькой масличной проводилось в 2018–2020 гг. на опытном поле РУП «Гродненский зональный институт растениеводства НАН Беларуси».

Почва опытного участка дерново-подзолистая супесчаная, подстилаемая с глубины 0,7 м моренным суглинком. Агрохимическая характеристика пахотного слоя: pH – 5,9–6,1; гумус – 1,20–1,34 %; содержание P_2O_5 – 230–273 и K_2O – 150–243 мг/кг почвы.

Объект исследований – агроценозы, имеющие в своей структуре редьку масличную и многолетние злаковые и бобовые травы. Для проведения исследований использованы следующие культуры: редька масличная сорта Ника, кострец безостый – Усходні, овсяница луговая – Зорка, клевер луговой – Витебчанин, люцерна посевная – Плато.

Результаты исследований и их обсуждение

В результате анализа ботанического состава созданных травостоев (табл. 1) установлено, что доминирующим видом в составе полученного в 1-й год пользования корма была редька масличная, на долю которой приходилось 60,3–62,2 % при включении ее в состав агроценоза в количестве 3,0 млн всхожих семян/га (100 % от нормы высева в чистом виде) и 51,0–55,2 % – при 2,1 млн всхожих семян/га (70 % от нормы высева в чистом виде).

Содержание злаковых трав в составе сообществ колебалось в пределах 20,0–27,0 %. Следует отметить, что существует тенденция к увеличению количества злаков в сообществах, где норма высева редьки масличной снижена до 2,1 млн всхожих семян/га.

Это обусловлено более жесткими конкурентными отношениями между видами внутри сообщества, что не позволяет сформировать оптимальную структуру по содержанию бобовых (не менее 40 %).

В связи с этим назрела необходимость проведения исследования по разработке основ формирования агрофитоценозов многолетних бобовых, злаковых трав и редьки масличной, способствующих увеличению содержания в структуре агроценоза бобового компонента на второй и последующие годы жизни и пользования ценозом.

При создании сообществ нормы высева компонентов устанавливались следующим образом: редька масличная – 100 и 70 % от нормы высева в чистом виде (3,0 млн всхожих семян/га и 2,1 млн/га), злаковые травы – 60 % от нормы высева в чистом виде (кострец безостый – 4,5 млн/га, овсяница луговая – 6,0 млн/га), бобовые – 60 и 80 % от нормы высева в чистом виде (клевер луговой – 4,0 млн/га и 5,2 млн/га, люцерна – 4,5 млн/га и 6,0 млн/га).

При создании агроценозов азотные (N_{60}), фосфорные (P_{45}) и калийные (K_{90}) удобрения вносились под предпосевную культивацию. На травостоях многолетних трав 2-го года пользования подкормка удобрениями проводилась из расчета $P_{45}K_{90}$.

Срок уборки 1-го укоса в год закладки фитоценоза – фаза бутонизации крестоцветной культуры.

Доля участия бобовых культур за этот период составила 11,8–21,5 %, при этом наибольшее содержание клевера лугового и люцерны прослеживалось в вариантах, где крестоцветная культура использовалась в сниженной до 70 % норме высева от посева в чистом виде. Превосходство данных травостоев над ценозами многолетних трав с редькой масличной при 100 % норме высева составляет 3,9–6,9 %.

Количество разнотравья в 1-й год пользования было невелико и находилось на уровне 0,9–6,3 %.

На 2-й год пользования в агроценозах произошли значительные изменения, что было связано с уходом редьки масличной из их состава. В результате количество злаковых трав

Таблица 1. Ботанический состав по годам использования агроценозов, созданных с участием редьки масличной и многолетних трав, %

Состав агроценоза		Крестоцветные культуры	Злаки		Бобовые		Разнотравье	
			1-й год использования (среднее 2018, 2019)	2-й год использования (среднее 2019, 2020)	1-й год использования (среднее 2018, 2019)	2-й год использования (среднее 2019, 2020)	1-й год использования (среднее 2018, 2019)	2-й год использования (среднее 2019, 2020)
Редька масличная (3,0 млн всхожих семян/га) – 100 % от НВ в чистом виде	кострец безостый (4,5 млн всхожих семян/га) + клевер луговой (4,0 млн всхожих семян/га)	62,2	21,0	73,4	13,8	25,1	3,0	1,5
	кострец безостый (4,5 млн/га) + клевер луговой (5,2 млн/га)	61,6	20,1	62,8	16,8	34,6	1,5	2,6
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + клевер луговой (4,0 млн/га)	60,3	23,8	75,9	11,9	23,7	4,0	0,4
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + клевер луговой (5,2 млн/га)	60,8	23,4	66,9	14,9	31,8	0,9	1,3
	кострец безостый (4,5 млн/га) + люцерна (4,5 млн/га)	61,4	20,0	76,4	12,4	23,0	6,2	0,6
	кострец безостый (4,5 млн/га) + люцерна (6,0 млн/га)	61,5	20,6	65,0	16,5	33,5	1,4	1,5
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + люцерна (4,5 млн/га)	61,6	23,8	74,6	11,8	23,9	2,8	1,5
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + люцерна (6,0 млн/га)	60,9	22,3	64,8	14,9	32,6	1,9	2,6
Редька масличная (2,1 млн всхожих семян/га) – 70 % от НВ в чистом виде	кострец безостый (4,5 млн всхожих семян/га) + клевер луговой (4,0 млн всхожих семян/га)	53,6	23,6	63,5	19,4	34,5	3,4	2,0
	кострец безостый (4,5 млн/га) + клевер луговой (5,2 млн/га)	51,4	23,7	57,0	21,5	42,4	3,4	0,6
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + клевер луговой (4,0 млн/га)	51,0	27,0	67,3	18,8	28,9	3,2	3,8
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + клевер луговой (5,2 млн/га)	51,5	25,9	57,5	21,1	40,3	1,5	2,2
	кострец безостый (4,5 млн/га) + люцерна (4,5 млн/га)	55,2	21,3	67,1	17,2	31,2	6,3	1,7
	кострец безостый (4,5 млн/га) + люцерна (6,0 млн/га)	54,7	21,1	56,0	20,4	42,5	3,8	1,5
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + люцерна (4,5 млн/га)	52,8	25,5	70,0	16,3	28,5	5,4	1,5
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + люцерна (6,0 млн/га)	52,5	25,0	57,3	19,7	41,6	2,8	1,1

повысилось до уровня 56,0–76,4 %, бобовых – до 23,0–42,5 % на фоне низкого содержания разнотравья (0,4–3,8 %).

Лучшие условия для произрастания бобовых видов складывались в тех агроценозах, которые созданы при первоначальном участии редьки масличной в количестве 2,1 млн всхожих семян/га. Как и в 1-й год пользования, данные сообщества имеют превосходство по содержанию клевера лугового и люцерны в структуре получаемого корма (на 4,6–9,4 %) в сопоставимых составах над ценозами, где крестоцветная культура участвовала в количестве 3,0 млн всхожих семян/га.

Оптимальная структура по участию бобовых видов в составе травостоя (40 % и более) была сформирована при закладке агроценозов, в которых наряду с редькой масличной в количестве 2,1 млн всхожих семян/га присутствовали кострец безостый и люцерна (6,0 млн всхожих семян/га) – 42,5 %, кострец безостый и клевер луговой (5,2 млн/га) – 42,4 %, овсяница луговая и люцерна (6,0 млн/га) – 41,6 %, овсяница луговая и клевер луговой (5,2 млн/га) – 40,3 %.

Параллельно проведен расчет показателей продуктивности сложных растительных сообществ, созданных с участием редьки масличной и многолетних трав в различные годы использования (табл. 2).

Таблица 2. Урожайность сухого вещества с агроценозов, созданных с участием редьки масличной и многолетних трав

Состав агроценоза		Урожайность сухого вещества, т/га		
		1-й год использования (среднее 2018, 2019)	2-й год использования (среднее 2019, 2020)	в среднем за два года использования
Редька масличная (3,0 млн всхожих семян/га) – 100 % от НВ в чистом виде	кострец безостый (4,5 млн всхожих семян/га) + клевер луговой (4,0 млн всхожих семян/га)	7,64	9,50	8,57
	кострец безостый (4,5 млн/га) + клевер луговой (5,2 млн/га)	7,50	10,47	8,98
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + клевер луговой (4,0 млн/га)	7,46	8,89	8,17
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + клевер луговой (5,2 млн/га)	7,37	9,82	8,59
	кострец безостый (4,5 млн/га) + + люцерна (4,5 млн/га)	7,31	10,21	8,76
	кострец безостый (4,5 млн/га) + + люцерна (6,0 млн/га)	7,15	10,97	9,06
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + + люцерна (4,5 млн/га)	7,39	10,32	8,85
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + + люцерна (6,0 млн/га)	7,83	11,17	9,50
Редька масличная (2,1 млн. всхожих семян/га) – 70 % от НВ в чистом виде	кострец безостый (4,5 млн всхожих семян/га) + клевер луговой (4,0 млн всхожих семян/га)	7,72	9,98	8,85
	кострец безостый (4,5 млн/га) + клевер луговой (5,2 млн/га)	7,75	10,91	9,33
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + клевер луговой (4,0 млн/га)	7,88	9,63	8,75
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + клевер луговой (5,2 млн./га)	8,02	10,38	9,20
	кострец безостый (4,5 млн/га) + + люцерна (4,5 млн/га)	7,74	10,81	9,27
	кострец безостый (4,5 млн/га) + + люцерна (6,0 млн/га)	7,93	12,40	10,16
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + + люцерна (4,5 млн./га)	8,47	10,87	9,67
	овсяница луговая (6,0 млн/га) + + люцерна (6,0 млн./га)	8,45	11,95	10,20
НСР ₀₅		0,42	0,73	0,40

Анализ полученных результатов показал, что в 1-й год пользования травостоями урожайность сухого вещества ценозов различного видового состава находилась на уровне 7,15–7,83 т/га при введении в состав травостоя редьки масличной из расчета 3,0 млн всхожих семян/га и 7,72–8,47 т/га – при норме высева 2,1 млн всхожих семян/га.

Следует также заключить, что в идентичных вариантах при различных нормах высева крестоцветной культуры преимущество в величине урожайности (на 0,42–1,08 т/га) имеют те агроценозы, в составе которых присутствует редька масличная в количестве 70 % от нормы высева в чистом виде. Исключение составляют сообщества крестоцветной культуры с кострцом безостым и клевером луговым, где получены близкие урожайности сухого вещества.

На 2-й год пользования, после ухода из состава травостоя редьки масличной, основная роль в формировании урожая принадлежит многолетним травам, которые обеспечили получение урожайности абсолютно сухой массы на уровне 8,89–12,40 т/га.

Основным элементом, влияющим на величину урожая сухого вещества при различных вариациях включения редьки масличной, являлась норма высева бобового компонента. Увеличение нормы высева клевера лугового с 4,0 млн/га до 5,2 млн/га и люцерны с 4,5 млн/га до 6,0 млн/га приводило к существенному росту продуктивности на 0,75–1,59 т/га.

Максимальными уровнями урожайности сухого вещества (11,95–12,40 т/га) характеризовались агроценозы. В их составе высевались редька масличная 2,1 млн/га с кострцом

безостым или овсяницей луговой, к ним в качестве бобового компонента вводилась люцерна (6,0 млн/га).

В среднем за два года использования изучаемые растительные сообщества с редькой масличной, высеваемой в количестве 3,0 млн/га, обеспечили получение 8,17–9,50 т/га абсолютно сухой массы, а при норме 2,1 млн/га – 8,75–10,20 т/га.

Установлено, что агрофитоценозы, созданные при участии редьки масличной с нормой 70 % от высева в чистом виде, существенно (на 0,51–1,10 т/га) превосходят в сравнимых вариантах по данному показателю сообщества, в которых она включена в количестве 100 % от нормы высева в чистом виде. Исключение составляют варианты, где в структуру ценоза входят крестоцветная культура, кострец безостый и клевер луговой (4,0 и 5,2 млн/га), где прослеживается тенденция лишь к увеличению урожайности.

Анализ полученных результатов позволяет заключить, что в среднем за годы использования лучшие результаты по урожайности сухого вещества обеспечивает создание сложных растительных сообществ, в состав которых входят: редька масличная (70 % от нормы высева в чистом виде), кострец безостый или овсяница луговая (60 % от высева в чистом виде), к которым дополнительно вводятся клевер луговой или люцерна (80 % от высева в чистом виде).

При этом вышепредставленные агроценозы с клевером луговым имеют потенциал продуктивности на уровне 9,20–9,33 т/га сухого вещества, а с люцерной – 10,16–10,20 т/га.

Выводы

На трансформацию ботанического состава в сложных агроценозах значительное влияние оказывает видовой и количественный состав компонентов, входящих в его структуру. При высеве многолетних трав с редькой масличной на 2-й год пользования формируются травостои, состоящие на 56,0–76,4 % из злаковых трав и на 23,0–42,5 % – из бобовых. Наибольшей ценотической активностью клевер луговой и люцерна характеризуются в агроценозах, которые созданы при участии редьки масличной в количестве 70 % от

нормы высева в чистом виде, что составляет 2,1 млн всхожих семян/га. При этом оптимальная структура по участию бобовых видов в составе травостоя (40,3–42,5 %) обеспечивается при введении к вышеназванному количеству редьки масличной злаковых трав (60 % от высева в чистом виде) и клевера лугового или люцерны (80 % от высева в чистом виде). Данная схема посева также обеспечивает получение наибольших уровней урожайности травостоев: 9,20–10,20 т/га.

Библиографический список

1. Пути увеличения производства растительного белка на основе использования бобовых и крестоцветных культур в Уральском федеральном округе / В. М. Косолапов, Н. Н. Зезин, М. А. Тормозин, А. Б. Пономарев // Кормопроизводство. – 2017. – № 2. – С. 22–34.
2. Кормопроизводство : учебник / Н. В. Парахин [и др.]. – М. : Колос, 2006. – 432 с.
3. Новоселов, М. Ю. Оценка перспективных тетраплоидных образцов клевера лугового в конкурсном сортоиспытании / М. Ю. Новоселов, Л. В. Дробышева, Г. П. Зетчина // Кормопроизводство. – 2017. – № 11. – С. 26–30.
4. Андреева, О. Т. Возделывание рапса ярового при различном уровне минерального питания на лугово-черноземной почве Восточного Забайкалья / О. Т. Андреева, Н. Г. Пилипенко // Кормопроизводство. – 2017. – № 11. – С. 14–17.

ВЫНОС ЯЧМЕНЕМ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ И ИХ БАЛАНС ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ НА СРЕДНЕКИСЛОЙ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Л. Н. Иовик, кандидат сельскохозяйственных наук

М. М. Дашкевич, научный сотрудник

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Аннотация

Представлены результаты исследований по влиянию известкования дерново-подзолистой супесчаной почвы на накопление питательных веществ в зерне и соломе ярового ячменя. Приведены данные выноса основных макроэлементов с урожаем культуры. Рассчитаны баланс элементов питания и его интенсивность при применении различных доз доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести.

Ключевые слова: ячмень, общий вынос, удельный вынос, баланс элементов питания, доломитовая мука, дефекат, мелиорант на основе карбидной извести, дерново-подзолистая супесчаная почва.

Abstract

L. N. Iovik, M. M. Dashkevich

THE NUTRIENT REMOVING BY BARLEY AND NUTRIENT BALANCE DURING AMELIORANTS APPLICATION ON SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL

The research results about sod-podzolic sandy loam soil liming on nutrient accumulation in the spring barley grain and straw are presented. The data of nutrient removing by the barley yield are showed. It is considered the nutrient balance and its intensity using dolomite flour, defecate and carbide lime ameliorant.

Keywords: barley, total removal, specific removal, nutrient balance, dolomite flour, defecate, carbide lime ameliorant, sod-podzolic sandy loam soil.

Введение

Оптимальными параметрами агрохимических свойств супесчаных почв являются pH_{KCl} 5,5–6,2, P_2O_5 200–250 мг/кг, K_2O 170–250 мг/кг, MgO 120–150 мг/кг, гумус 2,0–3,0 % [1]. В то же время оптимальная реакция почв не строго фиксирована и зависит от видов возделываемых культур и свойств почвы. Установленные диапазоны почвенной реакции сгруппированы по типам севооборотов, гранулометрическому составу почв и используются как ориентиры при известковании [2]. Мелиоративное известкование проводится на почвах I и II групп кислотности и поддерживающее – на почвах III и IV групп. Рекомендованные дозы извести устанавливаются таким образом, чтобы значения pH средне- и сильнокислых почв можно было нейтрализовать до нижнего уровня оптимального диапазона [3].

Традиционным известковым мелиорантом является доломитовая мука, при применении которой не только снижается почвенная кислотность, но и происходит обогащение почвы кальцием и магнием, что немаловажно для

повышения урожайности сельскохозяйственных культур, потребляющих большое количество данных элементов питания, а также улучшается эффективность минеральных и органических удобрений. В то же время доломитовая мука является довольно дорогостоящим мелиорантом, что значительно увеличивает стоимость комплекса работ по известкованию. В этой связи представляется возможным использование более дешевых кальцийсодержащих материалов, в частности на основе отходов производства: дефеката (отхода сахарного производства) и карбидной извести (отхода ацетиленового производства). Полесским аграрно-экологическим институтом НАН Беларуси разработан мелиорант на основе карбидной извести [4]. Эффективность данного мелиоранта должна быть определена при возделывании сельскохозяйственных культур для установления его оптимальной дозы. Важно оценить не только действие, но и его последствие в ходе полевых опытов.

Один из важных показателей – вынос питательных элементов с урожаем основной и побочной растительной продукции (хозяйственный, или общий вынос), показывающий степень усвоения их из почвы и удобрений и характеризующий хозяйственный баланс элементов питания в системе почва – растение – удобрение. Благодаря расчетным данным ба-

ланса, в свою очередь, можно судить о состоянии почвенных запасов и дефиците элементов питания.

Цель исследований – изучить влияние различных видов и доз известковых мелиорантов на вынос и баланс основных элементов питания при возделывании ячменя.

Методика и объекты исследований

Многолетний стационарный опыт был заложен в 2016 г. на дерново-подзолистой, временно избыточно увлажненной супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,53 м рыхлым песком (СПК «Чернавчицы», Брестский р-н). Ячмень Скарб посеяли в 2017 г. в звене севооборота: кукуруза – яровой ячмень с подсевом клевера (клевер 1 г. п.) – клевер 2 г. п. Агрохимическая характеристика пахотного слоя почвы до закладки опыта имела следующие показатели: pH_{KCl} 4,5–4,9; гумус – 2,0–2,4 %; подвижные формы P_2O_5 – 254–411 мг/кг и K_2O – 300–399 мг/кг; обменные CaO – 605–699 мг/кг и MgO – 307–360 мг/кг. Согласно агрохимическим грациям [1], почва опытного участка по степени кислотности относилась ко II группе и являлась среднекислой, имела низкое содержание кальция и высокое – фосфора, калия и магния.

Схема опыта включала 14 вариантов в четырехкратной повторности и предусматривала контроль (без применения удобрений и мелиорантов) и внесение минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) в качестве фона. Известковые мелиоранты (доломитовая мука, дефекат и мелиорант на основе карбидной извести)

вносили под предшествующую культуру (кукурузу) в дозах 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0, рассчитанных по гидролитической кислотности почвы.

В опыте применялись: доломитовая мука (ОАО «Доломит»), дефекат Жабинковского сахарного завода и мелиорант на основе карбидной извести ИООО «Линде Газ Бел» (Брестский р-н; после 2018 г. – ООО «ДельтаГаз») (табл. 1). Мелиорант на основе карбидной извести представляет собой однородную сыпучую массу в виде муки с легким ацетиленовым запахом, белого цвета, влажностью не более 10 % и насыпной плотностью 750 г/л (ТУ ВУ 200035715.002–2017).

Общая площадь делянки составляла 30 м², учетная – 20 м². Учет урожая проводили в фазу полной спелости зерна. Статистическая обработка результатов исследований осуществлялась методами дисперсионного анализа по Б. А. Доспехову [5]. При расчете выноса основных элементов питания урожай зерна приводили к стандартной влажности 14 % и соломы – 16 %. Баланс элементов питания рассчитывали согласно методике расчета элементов питания [6]. В среднем по производственным вариантам величина pH находилась на уровне 5,27–5,66.

Таблица 1. Химический состав известковых мелиорантов, % при естественной влажности

Показатель	Доломитовая мука	Дефекат	Мелиорант на основе карбидной извести
Влажность	1,0	14,0	8,0
N	следы	0,52	следы
P_2O_5	0,03	0,68	следы
K_2O	0,13	0,77	0,40
CaO	35,00	39,20	60,98
MgO	21,00	следы	0,13

Результаты исследований и их обсуждение

Согласно результатам исследований, при возделывании ячменя на дерново-подзолистой супесчаной почве без применения удобрений и мелиорантов урожайность зерна составила 19,1 ц/га [7]. Внесение минеральных удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ способствовало дополнительному росту данного показателя на 4 ц/га. Последствие известковых мелиорантов позволило существенно увеличить урожай: до 25,5–29,1 ц/га при использовании доломитовой муки (далее – ДМ), 25,5–28,8 ц/га – дефеката и 25,7–28,8 ц/га – мелиоранта на основе карбидной извести (далее – МКИ).

Данные химического анализа показали, что для формирования урожая зерна и соломы культура в разной степени использовала питательные вещества (табл. 2). Так, в количественном отношении в зерне накапливалось больше азота, а в соломе – калия. В контрольном варианте зерно и солома содержали в сухом веществе 1,88 % азота, 0,67 % фосфора, 0,73 % калия, 0,23 % кальция, 0,19 % магния и соответственно 1,54 % азота, 0,37 % фосфора, 2,19 % калия, 0,50 % кальция, 0,09 % магния. Применение минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$ способствовало увеличению в большей степени уровня азота (на 0,56 %) и калия (на 0,13 %) в зерне, а в соломе – калия (на 0,13 %) и кальция (на 0,07 %).

Установлено, что минимальные дозы известковых мелиорантов (0,5 Нг) не оказывают существенного влияния на накопление элементов питания по сравнению с фоном, за исключением кальция в зерне (содержание увеличивается на 0,04–0,05 % при применении ДМ и МКИ) и магния в соломе (рост составляет 0,02–0,04 % по всем мелиорантам).

В целом по произвесткованным вариантам наиболее высокие значения уровней накопления питательных элементов получены при использовании в опыте полуторной дозы известковых мелиорантов (1,5 Нг), тогда как дальнейшее увеличение дозы (до 2,0 Нг) имеет тенденцию к снижению их концентрации в растительной продукции ячменя. При этом максимальное содержание в зерне в среднем составляет азота 2,74 %, фосфора 0,82, калия 1,05, кальция 0,34, магния 0,22 %; в соломе – азота 1,86 %, фосфора

0,45, калия 2,53, кальция 0,78, магния 0,16 % и мало зависит от вида мелиоранта.

Общий (хозяйственный) вынос элементов питания яровым ячменем определялся их содержанием в зерне и соломе, а также урожайностью основной и побочной продукции (табл. 3). При оценке хозяйственного выноса отмечено, что за свой короткий период вегетации он усваивал в большей мере азот и калий и в сравнительно меньшей – фосфор, кальций и магний.

Из почвенных запасов с урожаем основной и побочной продукции ячменя отчуждалось 48 кг/га азота, 15 кг/га фосфора, 37 кг/га калия, 9 кг/га кальция и 4 кг/га магния. Внесение минеральных удобрений ($N_{60}P_{60}K_{60}$) способствовало увеличению не только продуктивности растений, но и количества выноса ими макроэлементов в 1,3–1,5 раза. Различные виды и дозы известковых мелиорантов дополнительно наращивали отчуждение элементов по сравнению с фоном еще в 1,3–1,6 раза.

Самые низкие значения хозяйственного выноса были установлены для стартовых доз (0,5 Нг) ДМ, дефеката и МКИ. При этом вынос азота в среднем составил 81 кг/га, фосфора – 23 кг/га, калия – 57 кг/га, кальция – 17 кг/га и магния – 6 кг/га. Дальнейшее увеличение дозы приводило к росту выноса элементов питания и достигало своих максимальных значений при применении полуторной дозы мелиорантов и имело практически равнозначную величину для всех их видов. Отмечено, что наибольший уровень отчуждения макроэлементов в среднем составлял 101 кг/га азота, 28 кг/га фосфора, 70 кг/га калия, 22 кг/га кальция и 8 кг/га магния. При использовании двойных доз известковых мелиорантов снижались продуктивность культуры и, соответственно, вынос питательных элементов.

Ввиду того, что показатель хозяйственного выноса является непостоянным и в значительной мере зависит от ряда факторов (погодных условий, доз удобрений и др.), рассчитывался удельный (нормативный) вынос элементов питания с 1 т зерна и соломы. Данный показатель включается в справочные издания и используется в дальнейшем для расчета доз удобрений под планируемую урожайность [1].

Таблица 2. Влияние последействия мелиорантов на содержание основных элементов питания в зерне и соломе ярового ячменя, % в сухом веществе

Вариант опыта	Зерно					Солома				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1. Контроль	1,88	0,67	0,73	0,23	0,19	1,54	0,37	2,19	0,50	0,09
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	2,44	0,74	0,86	0,27	0,20	1,64	0,40	2,32	0,57	0,11
3. Фон + ДМ 2,3 т/га (0,5 Нг)	2,54	0,78	0,94	0,32	0,21	1,68	0,41	2,41	0,69	0,15
4. Фон + ДМ 4,6 т/га (1,0 Нг)	2,70	0,80	1,00	0,33	0,22	1,78	0,43	2,45	0,74	0,15
5. Фон + ДМ 6,9 т/га (1,5 Нг)	2,76	0,83	1,06	0,35	0,23	1,87	0,44	2,53	0,77	0,17
6. Фон + ДМ 9,2 т/га (2,0 Нг)	2,73	0,81	0,98	0,34	0,23	1,82	0,44	2,47	0,76	0,16
7. Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нг)	2,55	0,76	0,93	0,29	0,20	1,66	0,41	2,42	0,64	0,13
8. Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нг)	2,71	0,80	0,98	0,31	0,21	1,74	0,42	2,47	0,70	0,13
9. Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нг)	2,74	0,82	1,07	0,34	0,22	1,85	0,44	2,52	0,76	0,15
10. Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нг)	2,72	0,80	0,98	0,33	0,22	1,81	0,43	2,50	0,73	0,14
11. Фон + МКИ 2,0 т/га (0,5 Нг)	2,57	0,79	0,95	0,31	0,20	1,70	0,41	2,44	0,67	0,13
12. Фон + МКИ 4,0 т/га (1,0 Нг)	2,67	0,80	0,98	0,32	0,20	1,82	0,44	2,47	0,71	0,13
13. Фон + МКИ 6,1 т/га (1,5 Нг)	2,72	0,81	1,02	0,34	0,22	1,86	0,46	2,54	0,80	0,15
14. Фон + МКИ 8,1 т/га (2,0 Нг)	2,70	0,81	1,00	0,34	0,21	1,84	0,45	2,51	0,74	0,15
НСР ₀₅	0,24	0,06	0,09	0,03	0,01	0,09	0,02	0,22	0,03	0,01

Таблица 3. Влияние последействия мелиорантов на общий и удельный вынос основных элементов питания ячменем

Вариант опыта	Общий вынос, кг/га					Удельный вынос, кг/т				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1. Контроль	48	15	37	9	4	25,2	7,9	19,1	4,9	2,2
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	71	20	49	13	5	30,6	8,7	21,0	5,7	2,4
3. Фон + ДМ 2,3 т/га (0,5 Нг)	81	23	57	17	7	31,7	9,1	22,2	6,8	2,7
4. Фон + ДМ 4,6 т/га (1,0 Нг)	94	26	64	20	8	33,7	9,4	23,0	7,2	2,8
5. Фон + ДМ 6,9 т/га (1,5 Нг)	103	29	71	22	9	34,7	9,7	24,0	7,5	3,0
6. Фон + ДМ 9,2 т/га (2,0 Нг)	99	28	67	21	8	34,2	9,5	22,9	7,4	2,9
7. Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нг)	81	23	57	16	6	31,7	8,9	22,2	6,3	2,5
8. Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нг)	95	26	65	19	7	33,5	9,3	22,9	6,8	2,6
9. Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нг)	101	28	71	22	8	34,4	9,6	24,0	7,4	2,8
10. Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нг)	98	27	67	21	8	34,0	9,4	23,1	7,1	2,7
11. Фон + МКИ 2,0 т/га (0,5 Нг)	82	24	58	17	6	32,1	9,2	22,5	6,6	2,5
12. Фон + МКИ 4,0 т/га (1,0 Нг)	94	27	64	19	7	33,7	9,5	22,9	6,9	2,5
13. Фон + МКИ 6,1 т/га (1,5 Нг)	100	28	69	22	8	34,3	9,7	23,7	7,6	2,8
14. Фон + МКИ 8,1 т/га (2,0 Нг)	98	28	67	21	8	34,0	9,6	23,3	7,3	2,7
Среднее по произвесткованным вариантам	94	26	65	20	8	33,5	9,4	23,1	7,1	2,7

Наиболее высокие значения как удельного выноса, так и общего, были характерны для азота и калия и имели такие же закономерности в величинах по вариантам опыта. При этом полуторная доза ДМ, дефеката и МКИ обеспечивала максимальные величины удельного выноса азота в среднем на уровне 34,5 кг/т,

фосфора – 9,7 кг/га, калия – 23,9 кг/га, кальция – 7,5 кг/га и магния – 2,9 кг/га.

Для оценки влияния известковых мелиорантов на плодородие дерново-подзолистой супесчаной почвы на основании полученных данных рассчитаны хозяйственный баланс основных элементов питания и его интенсивность (табл. 4).

Таблица 4. Баланс элементов питания при известковании дерново-подзолистой супесчаной почвы

Вариант опыта	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		CaO		MgO	
	Б*, ± кг/га	ИБ**, %	Б, ± кг/га	ИБ, %	Б, ± кг/га	ИБ, %	Б, ± кг/га	ИБ, %	Б, ± кг/га	ИБ, %
1. Контроль	-41	40	-13	12	-51	19	-53	32	-14	26
2. N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ – фон	-18	83	42	307	-3	96	-57	31	-15	24
3. Фон + ДМ 2,3 т/га (0,5 Нг)	-28	75	39	269	-8	90	744	962	466	2233
4. Фон + ДМ 4,6 т/га (1,0 Нг)	-42	68	37	241	-12	86	1546	1836	948	4271
5. Фон + ДМ 6,9 т/га (1,5 Нг)	-50	63	35	222	-16	83	2349	2673	1430	6107
6. Фон + ДМ 9,2 т/га (2,0 Нг)	-47	65	37	232	-9	90	3155	3586	1914	8246
7. Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нг)	-17	86	59	357	11	114	1077	1368	-16	23
8. Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нг)	-20	86	74	382	25	128	2171	2564	-17	22
9. Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нг)	-15	90	92	425	41	143	3306	3744	-18	22
10. Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нг)	-1	99	112	514	67	172	4405	5021	-18	22
11. Фон + МКИ 2,0 т/га (0,5 Нг)	-30	74	38	261	-4	95	1159	1449	-14	36
12. Фон + МКИ 4,0 т/га (1,0 Нг)	-42	68	35	233	-2	97	2377	2789	-12	46
13. Фон + МКИ 6,1 т/га (1,5 Нг)	-48	65	34	219	1	101	3655	4105	-10	56
14. Фон + МКИ 8,1 т/га (2,0 Нг)	-46	66	34	223	11	112	4876	5522	-7	68

Примечание. *Б – баланс; **ИБ – интенсивность баланса.

В опыте установлено, что без компенсации затрат на создание урожая ячменя происходило использование почвенных ресурсов. Расход питательных элементов при этом достигал, кг/га: –41 азота, –13 фосфора, –51 калия, –53 кальция и –14 магния. В то же время азот и калий, внесенные с минеральными удобрениями, не компенсировали их вынос с урожаем, однако имели небольшие отрицательные значения (–18 и –3 кг/га соответственно), которые могут быть возмещены за счет корневых и пожнивных остатков. При этом баланс фосфора имел положительное значение (42 кг/га).

Ни в одном из произвесткованных вариантов не достигнут положительный баланс азота, а уровни его интенсивности указывают на создание дефицита элемента (63–99 %). Это связано с тем, что при росте урожайности культуры минеральные удобрения, внесенные в качестве фона, не полностью компенсируют вынос азота.

Все виды и дозы ДМ и МКИ способствовали формированию положительного баланса фосфора на уровне N₆₀P₆₀K₆₀ (34–39 кг/га) с интенсивностью более 200 %, причем изучаемые дозы дефеката, имеющего в своем составе 0,68 % фосфора, увеличивали значения баланса до 59–112 кг/га и интенсивность возрастала практически в 1,5–2,5 раза.

Несмотря на высокое содержание калия и магния в почве, бездефицитный и положительный баланс калия обеспечивали только дефекат на уровне 11–67 кг/га (с интенсивностью 114–172 %) и МКИ в дозе 1,5 и 2,0 Нг – 1–11 кг/га (101–112 %). Положительные балансовые значения магния (466–1914 кг/га) были получены только при использовании в опыте ДМ. Интенсивность баланса при этом составила 2233–8246 %. Полученные результаты говорят о том, что в данном случае решающую роль сыграло не только высокое содержание калия и магния в почве, но и их количество во вносимых дозах мелиорантов.

Сильное выщелачивание, низкие запасы в почве и отсутствие какой-либо компенсации затрат на создание урожая ячменя приводили к созданию отрицательного баланса кальция при применении минеральных удобрений $N_{60}P_{60}K_{60}$. Интенсивность баланса на уровне 24 % свидетельствовала о его дефиците.

Известкование дерново-подзолистой супесчаной почвы обусловило увеличение выноса кальция растительной продукцией,

однако за счет высоких концентраций макроэлемента в ДМ, дефекаате и МКИ вынос и его накопление в почве компенсировались. С возрастанием доз мелиорантов росла и величина прихода кальция. При этом положительный баланс элемента составил: 744–3155 кг/га (для ДМ), 1077–4405 кг/га (для дефекаата) и 1159–4876 кг/га (для МКИ) с интенсивностью 962–5522 %.

Заключение

Известкование дерново-подзолистой супесчаной почвы оказывало положительное влияние на создание урожая ячменя и увеличивало обеспечение растений элементами питания. Применение доломитовой муки, дефекаата и мелиоранта на основе карбидной извести в половинной, полной, полуторной и двойной дозах способствовало росту накопления основных макроэлементов в зерне и соломе и величины их хозяйственного выноса (в среднем в 1,4 раза). Максимальные значения общего (101 кг/га азота, 28 кг/га фосфора, 70 кг/га калия, 22 кг/га кальция и 8 кг/га магния) и удельного выноса элементов (34,5 кг/т азота, 9,7 кг/га фосфора, 23,9 кг/га калия, 7,5 кг/га кальция и 2,9 кг/га магния) получены в вариантах с внесением полуторных доз мелиорантов.

Баланс основных элементов питания в произвесткованных вариантах опыта в боль-

шей мере определялся ресурсами почвы и их концентрациями в изучаемых дозах мелиорантов. Количество вносимого азота было недостаточным для формирования его положительного баланса. Дефицит элемента в среднем составлял 32 кг/га при интенсивности баланса 75 %. Все дозы известковых мелиорантов компенсировали вынос фосфора (особенно дефекаат: + 84 кг/га, интенсивность баланса – 420 %). Бездефицитный и положительный баланс калия обеспечивали только полуторная и двойная дозы МКИ, а также все дозы дефекаата на уровне 1–67 кг/га с интенсивностью 101–172 %. При известковании почвы дефекаатом и МКИ формировался дефицит баланса магния. Исключение составили все дозы ДМ (+ 1190 кг/га магния при 5214%-й интенсивности баланса).

Библиографический список

1. Справочник агрохимика / Ин-т почвоведения и агрохимии ; под ред. акад. В. В. Лапа. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 260 с.
2. Инструкция о порядке известкования кислых почв сельскохозяйственных земель : утв. М-вом сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь 18.01.19. – Минск : Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь, 2019. – 22 с.
3. Богдевич, И. М. Динамика степени кислотности, обеспеченности кальцием и магнием пахотных и луговых почв Беларуси в результате известкования / И. М. Богдевич, О. Л. Ломонос, О. М. Таврыкина // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1 (52). – С. 159–172.
4. Мелиорант на основе карбидной извести : пат. BY 23139 / Л. Н. Иовик, Е. В. Жавнерчик, В. А. Сатишур. – Дата публ. 30.10.2020.
5. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б. А. Доспехов. – М. : Агропромиздат, 1985. – 351 с.
6. Методика расчета элементов питания в земледелии Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2007. – 26 с.
7. Сатишур, В. А. Влияние различных видов известковых мелиорантов на урожайность зерна ячменя ярового на среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почве / В. А. Сатишур, Е. Г. Артемук // Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5, Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2018. – № 1. – 66–69.

НАШИ ЮБИЛЯРЫ



АНАТОЛИЙ ПАВЛОВИЧ ЛИХАЦЕВИЧ (к 75-летию)

21 марта 2022 г. исполняется 75 лет со дня рождения Анатолия Павловича Лихацевича, члена-корреспондента Национальной академии наук Беларуси, иностранного члена Российской академии наук, доктора технических наук, профессора.

А. П. Лихацевич родился 21 марта 1947 г. в дер. Большая Краютка Слонимского р-на Гродненской обл. В начале 1960-х гг. он учился в Пинском гидромелиоративном техникуме, который окончил в 1964 г. В 1970–1975 гг. был студентом гидромелиоративного факультета Белорусской сельскохозяйственной академии, по окончании которой получил диплом инженера-гидротехника с отличием.

Кандидат технических наук (1982), доктор технических наук (1993), профессор (2000), член-корреспондент Академии аграрных наук Республики Беларусь (1996), иностранный член Российской академии сельскохозяйственных наук (1999), член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси (2003), иностранный член Российской академии наук (2014).

Важная и плодотворная веха в научной биографии А. П. Лихацевича – его работа на посту директора Белорусского НИИ мелиорации и луговодства Академии аграрных наук Республики Беларусь (с 2006 г. – Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт мелиорации» Научно-практического центра НАН Беларуси по земледелию). Он возглавлял институт 10 лет: с февраля 1997 г. по август 2007 г. С 2008 г. работает главным научным сотрудником лаборатории эксплуатации мелиоративных систем РУП «Институт мелиорации».

Спектр научных изысканий Анатолия Павловича широк и разнообразен: различные стороны мелиорации болот и переувлажненных земель, сельскохозяйственного использования мелиорированных угодий; разработка теоретических основ управления водным режимом мелиорированных земель с учетом водно-физических и морфометрических характеристик почв; обоснование ресурсосберегающих, экологически безопасных технологий и режимов орошения сельскохозяйственных культур; создание комплексных энерго- и ресурсосберегающих технологий эксплуатационных работ на мелиоративных системах, в том числе с применением геоинформационных средств; разработка математических моделей урожая сельскохозяйственных культур, а также комплекса мер по повышению эффективности агропромышленного производства на мелиорированных землях.

Вся научная деятельность ученого ориентирована на практику. Работая директором Института мелиорации, он инициировал проведение регулярных республиканских семинаров

на осушенных землях. На этих мероприятиях сотрудники института демонстрировали все свои новейшие разработки широкому активу производителей.

А. П. Лихацевич – автор более 400 опубликованных научных работ, в том числе 9 монографий, 2 учебников, 21 рекомендаций и регламентов, 15 авторских свидетельств и патентов на изобретения.

Много внимания уделяет Анатолий Павлович изданию научного журнала «Мелиорация» как его главный редактор. Благодаря его научному руководству журнал включен в перечень изданий Беларуси и Российской Федерации, где публикуются результаты диссертационных исследований, а также в базу данных Российского индекса научного цитирования.

А. П. Лихацевич выделяется масштабом личности, высочайшим уровнем профессионализма и компетентности. Эти качества снискали ему заслуженное уважение не только в республике, но и далеко за ее пределами. Его плодотворная активная деятельность не только формирует его влияние как ученого, но и способствует авторитету Института мелиорации, всей аграрной науки Беларуси, которую он успешно представляет.

За большой вклад в развитие мелиоративной науки, реализацию разработок в производство Анатолий Павлович Лихацевич награжден премией Национальной академии наук Беларуси (2003). Его профессиональные заслуги отмечены знаком «За заслуги в мелиорации» Национального комитета по ирригации и дренажу России» (2005), памятной медалью Министерства сельского хозяйства Российской Федерации «100 лет со дня рождения Алексеевского Е. Е.» (2006), юбилейной медалью имени основоположника мелиоративной науки России А. П. Костякова (2007), нагрудным знаком «Юбилейная медаль в честь 80-летия НАН Беларуси» (2009), нагрудным знаком «Почетный мелиоратор» Департамента по мелиорации и водному хозяйству Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь (2010), Почетными грамотами НАН Беларуси, Государственного комитета по науке и технологиям Республики Беларусь, ВАК Республики Беларусь.

Коллектив Института мелиорации горячо поздравляет Анатолия Павловича с юбилеем и желает ему крепкого здоровья, творческого долголетия, вдохновения для новых профессиональных свершений.



НИКОЛАЙ НИКИТИЧ ПОГОДИН (к 80-летию)

Николай Никитич Погодин родился 10 февраля 1942 г. в г. Горки Могилевской обл. Окончив в 1964 г. гидромелиоративный факультет Белорусской сельскохозяйственной академии, получил специальность инженера-гидротехника. По распределению был направлен в БелНИИ мелиорации и водного хозяйства на должность младшего научного сотрудника.

В 1965 г. проходил службу в Советской Армии, по завершении которой работал старшим инженером по эксплуатации в Министерстве мелиорации и водного хозяйства БССР. В связи с землетрясением в г. Ташкенте в 1966 г. был командирован в «Главташкентстрой», где работал прорабом в СУ-3 «Ташкентспецстрой». В 1967–1968 гг. он начальник ПТО, главный инженер Горещкого межколхозстроя, затем в течение 1968–1973 гг. работал в управлении строительства «Вилияминскводстрой» в качестве старшего инженера, главного инженера проекта, начальника производственно-технического отдела.

В 1974–1976 гг. учился в аспирантуре Белорусского НИИ Мелиорации и водного хозяйства. В 1980 г. защитил кандидатскую диссертацию, имеет ученое звание доцента.

В Институте мелиорации проработал более 45 лет: младшим, старшим, ведущим научным сотрудником лаборатории механизации мелиоративных работ (1977–1998), заведующим лабораторией, заведующим сектором технологии эксплуатационных и агромелиоративных работ (1998–2005), ведущим научным сотрудником лаборатории эксплуатации мелиоративных систем (с 2006 г.).

Николай Никитич Погодин – автор около 200 опубликованных научных работ, в том числе 1 монографии, 18 рекомендаций и методических указаний по вопросам строительства мелиоративных систем в зимний период, разработке технологий и средств механизации по выполнению эксплуатационных и агромелиоративных работ, 28 патентов и свидетельств на изобретения.

За разработку и внедрение новых технологических решений производства земляных работ в зимний период при строительстве мелиоративных систем в гумидной зоне СССР Н. Н. Погодину присуждена Премия Совета Министров СССР (1984).

За плодотворную производственную и научную работу, активное участие в общественной деятельности Николай Никитич награжден медалями «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина», «За трудовую доблесть», нагрудным знаком «Ганаровы меліяратар», серебряной и тремя бронзовыми медалями ВДНХ СССР, медалью Всероссийского выставочного центра, медалями ВДНХ БССР, Почетными грамотами Отделения аграрных наук НАН Беларуси, Департамента по мелиорации и водному хозяйству Минсельхозпрода Республики Беларусь, ГПО «Белмелиоводхоз», Минского областного исполнительного комитета, РУП «Институт мелиорации».

Коллеги ценят организаторские способности Николая Никитича, его высокую работоспособность, порядочность и отзывчивость, внимательное отношение к сослуживцам. Он пользуется заслуженным уважением в институте, а также в мелиоративной отрасли Беларуси.

Коллектив Института мелиорации высоко оценивает вклад Н.Н. Погодина в мелиоративную науку, выражает ему искреннюю признательность и благодарность за его работу, желает крепкого здоровья и благополучия.



ЕВГЕНИЙ АДАМОВИЧ КОНОПЛЕВ (к 85-летию)

Евгений Адамович родился 21 марта 1937 г. в дер. Акулинцы Чаусского р-на Могилевской обл. В 1962 г. окончил агрономический факультет Белорусской сельскохозяйственной академии по специальности «Ученый-агроном» и был направлен на работу в опытно-показательный совхоз «Тиманово» Климовичского р-на, где проработал до 1968 г. агрономом-семеноводом и главным агрономом. С 1968 г. по 1969 г. – заместитель начальника Климовичского районного управления сельского хозяйства.

В 1969 г. Евгений Адамович перешел на работу в БелНИИ мелиорации и водного хозяйства, где проработал 50 лет: начальником планово-производственного отдела (1969–1973), ученым секретарем (1973–1978), заведующим лабораторией экономики водохозяйственного и мелиоративного строительства (1978–1981), заместителем директора института по производству (1981–1987 гг.), заместителем генерального директора по научной работе, заместителем начальника научно-производственного центра НПО Белорусского НИИ мелиорации и луговодства (1987–2002), заместителем директора института по коммерческим вопросам, помощником руководителя по работе с производственными организациями и исполняющим обязанности заместителя директора по производству (2006–2019 гг.).

В 1973 г. Е. А. Коноплев успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата экономических наук на тему «Планирование урожайности, себестоимости и доходности сельскохозяйственных культур с учетом факторов производства». Им опубликовано более 100 научных работ, в том числе 3 монографии по вопросам экономики, повышения эффективности сельскохозяйственного использования мелиорированных земель: «Планирование и организация сельскохозяйственного производства в условиях углубленной специализации» (1974), «Повышение эффективности мелиоративного земледелия» (1979), «Резервы мелиорированных земель» (1984).

Евгений Адамович умело сочетал научно-исследовательскую работу с участием в общественной и производственной жизни института (член ученого совета и совета по защите диссертаций, др.). С первых лет своей производственной и научной деятельности он проявил организаторские способности, завоевал уважение у коллег. Неслучайно первую высокую государственную награду – орден «Знак Почета» – Евгений Адамович получил уже через четыре года после окончания вуза, в 1966 г. И впоследствии за успехи в работе Е. А. Коноплев награждался Почетными грамотами Минводхоза СССР, Минсельхозпрода БССР, БелНИИМиЛ, медалями ВДНХ СССР, Почетной грамотой РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию». Его целеустремленность, высочайшая ответственность за порученное дело, принципиальность и трудолюбие всегда давали положительный результат на любом участке работы.

Коллектив РУП «Институт мелиорации» сердечно поздравляет Евгения Адамовича с юбилеем и желает здоровья, бодрости, всяческого благополучия.

• ЧТОБЫ ПОМНИЛИ •



КАЛМАН ПЕЙСАХОВИЧ ЛУНДИН (к 120-летию)

Калман Пейсахович Лундин родился 15 февраля 1902 г. в дер. Казариново Дубровенского р-на Витебской обл.

В 1925 г. окончил инженерно-мелиоративный факультет Горецкого сельскохозяйственного института по специальности «Инженер-мелиоратор» и был направлен на работу в Минский окружной земельный отдел, где проработал до 1930 г. инженером-гидротехником. С 1930 г. по 1940 г. – научный сотрудник, старший научный сотрудник Всесоюзного НИИ болотного хозяйства, в 1940–1941 гг. – старший научный сотрудник института геологии АН БССР. В 1942 г. был руководителем проектно-изыскательского отдела Запсибводстроя (Новосибирск). С 1944 г. по 1948 г. – главный инженер Белпромпроекта, а в 1948 г. перешел на работу в Институт торфа АН БССР, где трудился старшим научным сотрудником до 1956 г. С 1957 г. по 1971 г. – заведующий лабораторией водно-физических свойств торфа БелНИИ мелиорации и водного хозяйства.

В 1946 г. К. П. Лундин защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук. Его научное наследие – более 50 научных работ по изучению изменения водно-физических и физико-механических свойств торфяных почв под влиянием осушения и сельскохозяйственного использования. Наиболее значимые работы Лундина: «Водные свойства торфяной залежи» (1964), «Методические указания по определению водно-физических свойств почвогрунтов мелиорируемых земель» (1973), «Возделывание сельскохозяйственных культур на мелиорированных землях» (1973).

Калман Пейсахович Лундин впервые в БССР применил радиоактивные изотопы для мелиоративных исследований. Его работы послужили основным научным обоснованием для проектирования и строительства земляных сооружений на болотах в довоенный период. Рассчитанные им характеристики водно-физических и физико-математических свойств торфяных почв использовались в многочисленных нормативных и справочных изданиях.

К. П. Лундин был членом ученого совета Белорусского НИИ мелиорации и водного хозяйства и специализированного совета по защите диссертаций при БелНИИМиВХ. Награждался дипломами и медалями ВДНХ СССР, почетными грамотами института.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

1. В журнале печатаются оригинальные материалы, не опубликованные ранее в других печатных изданиях.

2. Статья должна быть направлена в редакцию журнала «Мелиорация» в соответствии с **Порядком представления рукописей статей** (см.: <https://niimel.by>, сайт РУП «Институт мелиорации», Журнал «Мелиорация»).

3. Статья должна быть написана на русском языке, а аннотация – на русском и английском языках.

4. Объем статьи должен составлять не менее 0,35 авторского листа (14 тыс. печатных знаков, включая пробелы между словами, знаки препинания, цифры и др.), но не более 0,5 авторского листа (20 тыс. печатных знаков), включая текст, иллюстрации, таблицы, библиографический список.

5. Представляемые материалы должны иметь следующую структуру:

индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК);

аннотацию на указанных языках (500 знаков);

ключевые слова на русском и английском языках;

введение;

основную часть, где излагается методика исследования, обсуждаются полученные результаты, представляются графики и рисунки;

заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

библиографический список.

6. В разделе «Введение» должен быть дан краткий обзор литературы по исследуемой проблеме, указаны не решенные ранее вопросы, сформулирована и обоснована цель работы.

7. В Основной части статьи должны содержаться: описание объекта/-ов и метода/-ов исследования, подробное освещение содержания исследований, проведенных автором/-ами. Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

8. В разделе «Заключение» должны быть в сжатом виде сформулированы основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.

9. Библиографический список оформляется в соответствии с приказом ВАК Республики Беларусь от 08.09.2016 № 206, располагается в конце статьи, источники нумеруются согласно порядку цитирования и заключаются в квадратные скобки (например: [1], [2]). Обязательно указывается общее количество страниц в книге или номера страниц в статье от ее начала до окончания. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

10. Иллюстрации, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, должны быть пронумерованы в соответствии с порядком цитирования в тексте.

11. Тексты статей набираются кеглем 11, шрифт – Arial Narrow, междустрочный интервал – 1,2, отступ – 1. Обязательно прилагаются распечатанные на бумажных листах 2 экземпляра статьи, подписанные авторами.

12. Электронный вариант следует набирать в *Microsoft Word*, формулы – в формульном редакторе *Office*. Вставку символов выполнять через меню «Вставка\Символ». Выключку вверх и вниз (H2, H1) выполнять через меню «Формат\Шрифт\Верхний индекс», «Формат\Шрифт\Нижний индекс». Латинские буквы набираются курсивом. Греческие буквы и другие математические знаки следует брать из гарнитуры *Symbol*. Математические формулы (lim, sum, ln, sin, Re, Im и т. д.) и цифры набираются прямым начертанием.

13. Рисунки представляются в виде отдельных файлов в формате TIFF или JPEG 300—600 точек на дюйм. Текст на рисунках должен быть набран гарнитурой *Arial*, курсив. Размер кегля соизмерим с размером рисунка (желателен кегль 8). Площадь простых рисунков не должна превышать 100–150 см², размер сложных – не более 130–160 см².

14. Размерность всех величин, используемых в статьях, должна соответствовать Международной системе единиц измерения (СИ).

15. Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить в него редакционные правки.