

ISSN 2070-4828

МЕЛИОРАЦИЯ

Научный журнал

№ 4(90)

Основан в 1951 году Октябрь – декабрь, 2019
Выходит 4 раза в год



Минск, 2019

СВИДЕТЕЛЬСТВО № 411

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт мелиорации»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

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

д-р. техн. наук, проф. **В. Н. Кондратьев**

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. Семененко**

д-р с.-х. наук **В. И. Желязко**

д-р с.-х. наук **П. Ф. Тиво**

канд. техн. наук **Н. К. Вахонин**

канд. техн. наук **А. С. Анженков**

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 **М. Ю. Мошкова**

Компьютерная верстка, дизайн **М. Ю. Мошкова**

Перевод **М. Ю. Мошкова**

Подписано к печати 23.12.2019 г. Формат 60x84 1/8.
Уч.-изд. л. 5,9. Усл. печ. л. 10,695. Заказ 526. Тираж 100 экз.

Адрес редакции: 220040, г. Минск, ул. Некрасова, 39-2
тел. (017) 331-49-03

E-mail: info@niimel.basnet.by <http://niimel.by>

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

Содержание Contents

Мелиорация • Land improvement



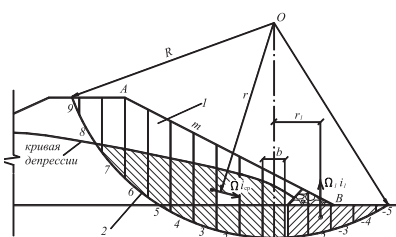
Н. Н. Погодин, Г. В. Латушкина

Критерии оценки мелиоративного состояния осушенных земель и мероприятия по улучшению их водного режима и продуктивности

5

N. N. Pogodin, G. V. Latushkina

Criteria for evaluating meliorative state of drained lands and measures to improve water regime and productivity



П. М. Богославчик, В. И. Селезнев

Анализ методов определения фильтрационного давления при расчете устойчивости откосов грунтовых плотин

12

P. M. Bogoslavchik, V. I. Seleznev

Analysis of methods for determining filtration pressure in the calculation of stability of the slopes of earth dams



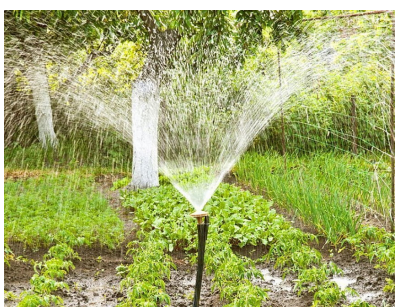
Лодыга Д. В.

Разработка технико-экономического показателя для выбора эффективной конструкции закрытого дренажа в суглинистых почвогрунтах.

17

D. V. Lodyha

Technical and economic indicator for the selection of the effective design of closed drainage in loamy soils



Г. В. Латушкина, А. П. Лихацевич, А. С. Анженков

Оценка эффективности орошения овощных культур в условиях Беларуси

26

G. V. Latushkina, A. P. Likhatsevich, A. S. Anzhenkov

Evaluation of the efficiency of irrigation of vegetable crops in the conditions of Belarus

Земледелие и растениеводство • Agriculture and plant growing



А. С. Мееровский, В. Н. Филиппов, О. С. Грушевич

О возможности возделывания многолетних бобовых трав на торфяных почвах при пожнивном посеве

32

A. S. Meerovskiy, V. N. Filippov, O. S. Grushevich

On the possibility of cultivation of perennial bean grasses on peat soils under crop



*С. Н. Михальчук, Н. В. Михальчук,
А. Н. Ажгиревич, Л. Н. Иовик*

Влияние различных форм известковых мелиорантов на качество зеленой массы клевера

37

S. Mikhalchuk, N. Mikhalchuk, A. Ashgirevich, L. Iovik

Influence of various forms of limy ameliorants on quality of green material of clover



А. Н. Зеленая, А. Л. Бирюкович

Влияние микроудобрений на урожайность и качество бобово-злакового травостоя на торфяной почве

45

A. N. Zelenaya, A. L. Biryukovich

Influence of microfertilizers on yield and quality of cereal-legume grass mixtures on peat soil



О. С. Грушевич, А. С. Мееровский

Влияние биостимуляторов роста и микроэлементов на фотосинтетическую деятельность посевов и семенную продуктивность клевера гибридного

52

O. S. Grushevich, A. S. Meerovskiy

Influence of plant growth biostimulants and microelements on photosynthetic activity of crops and seed productivity of hybrid clover



Л. Н. Лученок, О. В. Пташец, А. В. Юзупанов

Содержание структурных и неструктурных углеводов в травостое люцерны желтой, возделываемой на агроторфяных почвах

58

L. N. Luchanok, O. V. Ptashats, A. V. Yuzupanov

Contents of structural and non-structural carbohydrates in yellow-flowered alfalfa, cultivated on agricultural peat soils



С. В. Набздоров

Влияние орошения на рост, развитие и урожайность сахарной свеклы

66

С. В. Набздоров

Influence of irrigation on growth, development and yield of sugar beet

Экология ● Ecology



Е. Г. Сарасеко, С. В. Потапенко

Возникновение торфяных пожаров и способы их ликвидации

74

E. G. Saraseko, S. V. Potapenko

The origin of peat fires and ways of their elimination

Наши юбиляры ● Our Jubilees

100-летию мелиоративно-строительного факультета УО «БГСХА»

86

Чтобы помнили ● To be remembered

Григорий Иосифович Лашкевич – член-корреспондент Академии наук БССР (к 115-летию со дня рождения)

89

• МЕЛИОРАЦИЯ •

УДК 631.5

Н. Н. Погодин, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук, доцент
Г. В. Латушкина, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук

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

Аннотация

Приведены показатели оценки состояния мелиорированных земель по наличию вымочек, переувлажнений, сроков отвода поверхностных вод. Указаны основные условия для проведения эксплуатационного рыхления почв с применением разработанного в РУП «Институт мелиорации» рыхлительного оборудования.

Ключевые слова: мелиорированные земли, критерии оценок, ремонтно-эксплуатационные и агро-мелиоративные мероприятия, плотность почвы, эксплуатационное рыхление, средства механизации.

Введение

Обеспечение благоприятного водного режима на мелиорированных землях требует

Abstract

N. N. Pogodin, G. V. Latushkina

CRITERIA FOR EVALUATING MELIORATIVE STATE OF DRAINED LANDS AND MEASURES TO IMPROVE WATER REGIME AND PRODUCTIVITY

The indicators for assessing the state of reclaimed land by the presence of dredges, waterlogging, and timing of surface water diversion are presented. The main conditions for the operational cultivation of soils using the cultivating equipment developed at "Institute for Land Reclamation" are indicated.

Key words: reclaimed lands, draining rate, soil-conservation measures, density of soil, operational cultivation, means of mechanization.

постоянного контроля за их состоянием. Контроль необходим для выявления участков

с неблагоприятным водным режимом, оценки технического состояния отдельных элементов мелиоративной системы, разработки ремонтно-эксплуатационных и агро-мелиоративных мероприятий по обеспечению улучшения водного режима и продуктивности мелиорированных земель.

Выбор необходимого вида или комплекса ремонтно-эксплуатационных или агро-мелиора-

тивных мероприятий проводится на основании агрогидрологических и гидрологических оценок и критериев, к которым относятся: площадь вымочек и переувлажнений; задержка агротехнических сроков проведения полевых работ; продолжительность отвода поверхностных вод; интенсивность удаления гравитационной воды из пахотного слоя; глубина залегания уровня грунтовых вод в разные периоды.

Результаты исследования и их обсуждение

Одним из основных показателей состояния мелиорированных земель является доля

вымочек и переувлажнений от общей площади поля (табл. 1) [1].

Обследование на наличие вымочек и площадей переувлажнения проводится в периоды: весной – от появления проталин до подсыхания почвы, летом – во время выпадения обильных осадков, осенью – уборки урожая. Границы контуров с избыточным увлажнением устанавливаются визуально по наличию внешних признаков и фиксируются путем нанесения их границ на схему участка. В площади переувлажнений включаются все контуры, в которых наблюдается угнетенное состояние сельскохозяйственных культур, а в площади вымочек – контуры, в которых отмечается полная гибель растений.

Основные причины вымочек и переувлажнений обусловлены неисправностью закрытой дренажной сети, высоким уровнем воды в регулирующих и проводящих каналах, наличием замкнутых бессточных понижений, переуплотнением подпахотного слоя почвы.

При неудовлетворительном водном режиме следует наметить для каждого конкретного участка ремонтно-эксплуатационные или агромелиоративные мероприятия, обеспечивающие удаление поверхностных вод и избытка почвенной влаги. К ним относятся: очистка устьевой части коллекторов от заиления; ремонт или восстановление устьев; очистка, промывка или ремонт коллекторов; устройство водопоглотителей, ложбин; нарезка борозд; устройство воронок; планировка поверхности, эксплуатационное рыхление, а при подпоре от открытой сети – очистка каналов от заиления.

В предпосевной период уровни грунтовых вод (УГВ) должны обеспечивать проходимость сельскохозяйственной техники при проведении полевых работ. Согласно ТКП, минимальная глубина в зависимости от вида почвы и севооборота должна составлять 0,3–0,5 м. Кроме этого, для качественного и своевременного проведения агротехнических работ в вегетационный период УГВ должны соответствовать нормам осушения, приведенным в ТКП [2].

Для качественного и своевременного проведения агротехнических работ в вегетационный период уровни грунтовых вод должны соответствовать нормам осушения, приведенным в ТКП [2].

На мелиоративных системах с предупредительным шлюзованием после снижения УГВ до нормы осушения, для замедления их дальнейшего падения, следует закрыть затворы подпорных сооружений. Открывать их рекомендуется только в экстремальных метеорологических условиях, при выпадении обильных осадков.

Состояние мелиорированных земель определяется также по срокам отвода избыточных вод, образуемых продолжительно выпадающими осадками в вегетационный период. В табл. 2 представлены критерии оценки мелиоративного состояния осушенных земель по срокам отвода поверхностных и гравитационных вод [1].

Таблица 1 – Оценка состояния мелиорированных земель по отношению площади вымочек и переувлажнений к общей площади, %

Характеристики года	Месячная сумма осадков, % от нормы	Состояние мелиорированных земель		
		хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное
Процент вымочек и переувлажнений от общей площади, га				
Маловодный	30...70	$\frac{0}{0}$	$\frac{\leq 1}{\leq 5}$	$\frac{> 1}{> 5}$
Средний	70...130	$\frac{0}{< 5}$	$\frac{\leq 3}{5...10}$	$\frac{> 3}{> 10}$
Многоводный	130...200	$\frac{\leq 1}{< 10}$	$\frac{1...5}{10...15}$	$\frac{> 5}{> 15}$

Примечание. В числителе – доля вымочек, в знаменателе – доля переувлажненных земель с угнетенным состоянием сельскохозяйственных культур.

Таблица 2 – Оценка мелиоративного состояния земель, осушенных закрытым дренажем, в зависимости от сроков отвода поверхностных и гравитационных вод (из пахотного слоя до 0,25 м) в вегетационный период

Сельскохозяйственное использование мелиорируемых земель	Состояние мелиорированных земель		
	хорошее	удовлетворительное	неудовлетворительное
	Сроки отвода избыточных вод: поверхностных/гравитационных, сут.		
Полевые севообороты с озимыми	$\frac{<0,5}{<1,0}$	$\frac{0,5-1}{1,0-1,5}$	$\frac{>1,0}{>1,5}$
Полевые без озимых, кормовые, овощные севообороты	$\frac{<0,8}{<1,5}$	$\frac{0,8-1,5}{1,5-2,5}$	$\frac{>1,5}{>2,5}$
Сенокосы	$\frac{<1,5}{<3}$	$\frac{1,5-2,5}{3-5}$	$\frac{>2,5}{>5}$

При переувлажнении мелиорированных земель (срок отвода поверхностных и гравитационных вод превышает нормативный) следует предусматривать агро-мелиоративные и ремонтно-эксплуатационные мероприятия: планировку поверхности; профилирование; устройство ложбин, колодцев и колонок-поглотителей; очистку, а при необходимости – ремонт и сгущение закрытого дренажа. К приемам, ускоряющим отвод избыточной влаги в дренажную сеть по подпахотному слою и повышающим влагоемкость почвенного профиля, относятся: глубокое рыхление, эксплуатационное (среднее) рыхление, щелевание, кротование и создание мощного пахотного слоя.

При выборе мероприятий необходимо иметь в виду, что их эффективность зависит от работоспособности осушительной сети. Так, проведение рыхления на фоне неудовлетворительно работающего закрытого дренажа может привести к увеличению продолжительности переувлажнения почвы.

Одной из причин, препятствующих переводу поверхностного стока во внутрпочвенный и дренажный, является повышенная плотность подпахотного горизонта, т. н. «плужная подошва», которая образуется от воздействия тяжелых сельскохозяйственных агрегатов и транспортных средств на почву при возделывании сельскохозяйственных культур. Переуплотнению подвержены, в первую очередь, глинистые, суглинистые, а также связно-песчаные почвы, продолжительное время находящиеся в сельскохозяйственном использовании. Переуплотнение выражается в повышении

плотности и твердости, уменьшении водо- и воздухопроницаемости, а также снижении осушительного действия дренажа и плодородия почвы. При выполнении агротехнических мероприятий на данных почвах повышается расход горюче-смазочных материалов и ускоряется износ машин и механизмов.

Эффективным способом разрушения плужной подошвы является эксплуатационное рыхление почвы на глубину до 0,5 м. В зависимости от применяемого оборудования эксплуатационное рыхление можно разделить на почвоуглубление, чизелевание и рыхление-щелевание.

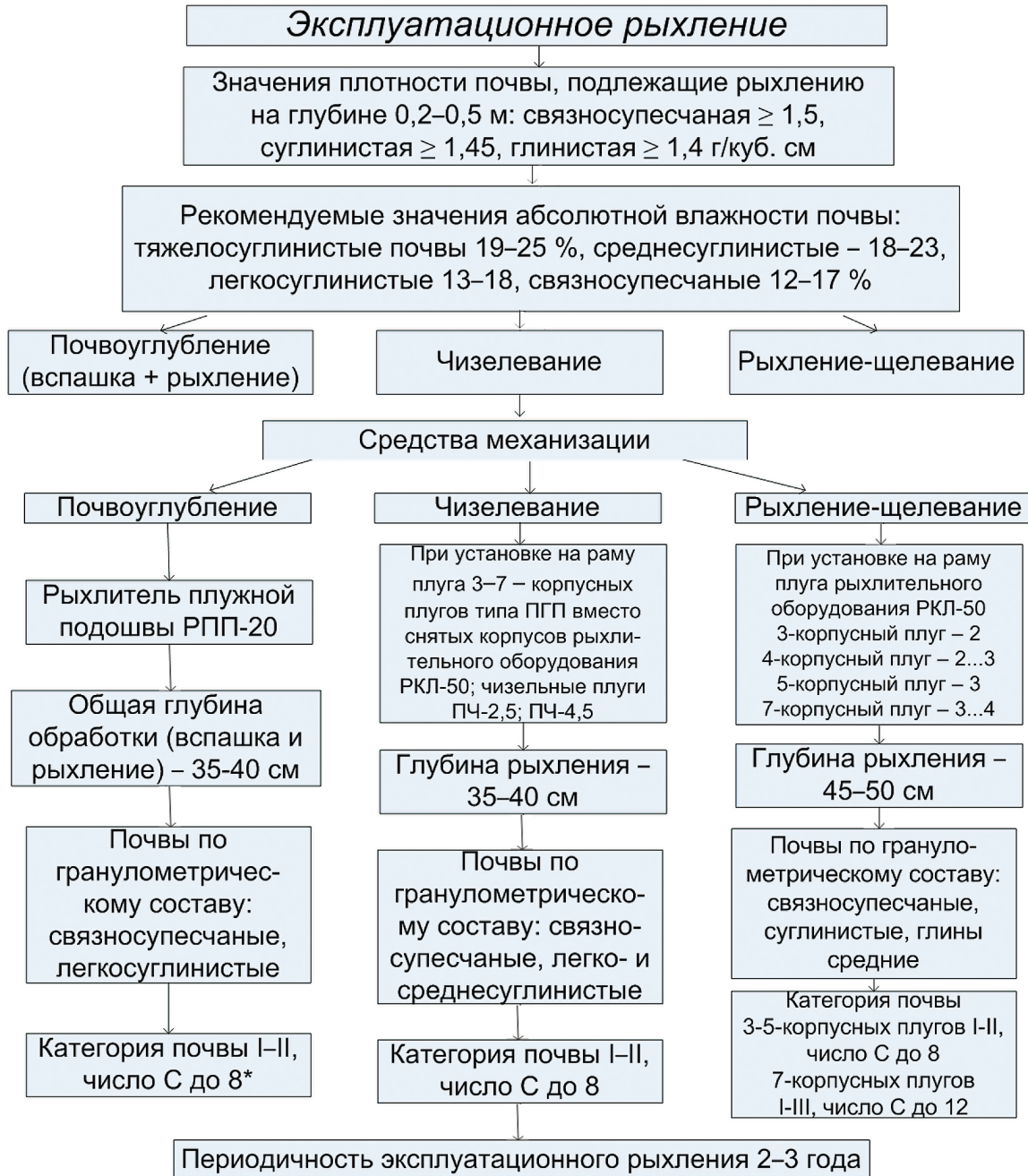
Условия применения эксплуатационного рыхления с использованием разработанных в РУП «Институт мелиорации» рыхлителя плужной подошвы РПП-20 и рыхлительного оборудования РКЛ-50 приведены на рис. 1.

Эксплуатационное рыхление не рекомендуется проводить на землях грунтового и грунтово-напорного водного питания, осушенных землях избыточного увлажнения, вторично заболоченных, при неудовлетворительном состоянии закрытой осушительной сети, а также при наличии каменных включений объемом более 0,5 % от объема почвы и содержащих отдельные крупные камни с максимальным размером более 0,2 м. Нецелесообразно также проведение рыхления и щелевания в замкнутых понижениях и у подножия склонов в местах скопления поверхностных вод.

Почвоуглубление относится к агротехническим мероприятиям и представляет собой

обычную вспашку с оборотом пласта и рыхление нижележащего слоя почвоуглубителями. Оно целесообразно, главным образом, при вторичном переуплотнении подпахотного слоя мощностью до 20 см. Применяется также в тех случаях, когда ниже переуплотненного профиля залегает слой с неблагоприятными характеристиками (неплодородной подпочвой, неудовлетворительным химизмом подпочвы),

вызывающими опасение в ухудшении свойств пахотного слоя при вспашке с перемешиванием с долей непригодной подпочвы. В таком случае целесообразно увязать почвоуглубление с интенсивным внесением органических и минеральных удобрений, а в случае необходимости – с известкованием и включением в севооборот культур с глубоко укореняющейся корневой системой (клевера, люцерны и т. д.).



* Категория почвы определяется по числу ударов (число С) динамического плотномера ДорНИИ (ГОСТ 17343-83)

Рисунок 1 – Блок-схема условий проведения эксплуатационного рыхления

Чизелевание – безотвальная сплошная обработка почвы чизельными орудиями с рыхлительными или стрелчатыми лапами, установленными на раме орудия, с обработкой пласта по ширине захвата и образованием неразрушенных гребней над дном борозды и разрыхленного слоя почвы над гребнями. Чизелевание занимает промежуточное положение между агротехническими и агромелиоративными мероприятиями и направлено на улучшение структуры подпахотного горизонта. Его применение целесообразно при наличии переуплотнения до глубины 0,45 м.

Рыхление-щелевание – прием разуплотнения, когда разрыхленные призмы почвы в верхней зоне не пересекаются, т. е. происходит не сплошное рыхление, а в виде отдельных полос. Расстояние между стойками рыхлителей в зависимости от класса трактора и категории почвы обычно составляет 0,7–1,2 м. Рыхление-щелевание является агромелиоративным приемом для улучшения водно-физических свойств слабофильтрующих переуплотненных минеральных почв и мелкозалежных торфяников, повышения плодородия лугопастбищных угодий, защиты почв от водной эрозии, а также для влагонакопления и повышения плодородия склоновых земель.

Для выполнения почвоуглубления разработан рыхлитель плужной подошвы РПП-20 [3], который представляет собой сменное рабочее оборудование к противокаменистым плугам общего назначения ПГП (рис. 2).

Он позволяет в едином технологическом процессе со вспашкой производить также

и разуплотнение плужной подошвы на глубину до 20 см ниже уровня дна борозды. Рыхлители плужной подошвы РПП-20 монтируются за отвалами на грядили корпусов плуга по одному на корпус.

Для рыхления-щелевания почв среднего и тяжелого гранулометрического состава на глубину до 0,5 м разработано рыхлительное оборудование РКЛ-50 [4]. Это сменное рабочее оборудование к плугам общего назначения (типа ПГП) с гидравлической защитой, агрегируемых с тракторами класса тяги до 50 кН (рис. 3). Корпуса плуга с рамы снимаются и вместо них, в зависимости от марки плуга и категории почвы, через 0,7...1,2 м устанавливается оборудование РКЛ-50. При щелевании луговых угодий на оборудование устанавливается дисковый нож и прикатывающий каток [5]. Данным агрегатом можно выполнять и сплошное рыхление почвы. Для этого оборудование РКЛ-50 устанавливается на каждое крепление снятых корпусов плуга.

Наблюдение за плотностью временно переувлажняемой связносупесчаной почвы (СПК «Полочаны» Молодеченского р-на) показало, что в процессе воздействия сельскохозяйственной техники происходит уплотнение подпахотного слоя. Так, средняя плотность почвы на глубине 0,2...0,4 м на третий год возделывания сельскохозяйственных культур увеличилась на 0,05 г/см³. Разуплотнение почвы с применением рыхлителя РПП-20 обеспечивало снижение плотности по сравнению с контролем на протяжении трех лет в пределах 0,08...0,06 г/см³ (табл. 3).



Рисунок 2 – Рыхлители плужной подошвы РПП-20 на плуге ПГП-7-40 в агрегате с трактором К-701



Рисунок 3 – Рыхлительное оборудование РКЛ-50 на базе рамы плуга ППП-3-40Б в агрегате с трактором МТЗ-1221

Таблица 3 – Плотность почвы (средняя за вегетацию) во времени при различных приемах обработки

Вариант опыта	Озимая рожь, 2002 г. (рыхление 2001 г.)		Картофель, 2003 г. (последствие 2 год)		Ячмень, 2004 г. (последствие 3 год)	
	глубина, см	плотность, г/см ³	глубина, см	плотность, г/см ³	глубина, см	плотность, г/см ³
Вспашка на 20 см (контроль)	0–20	1,20	0–20	1,21	0–20	1,24
	20–40	1,40	20–40	1,42	20–40	1,45
	0–40	1,30	0–40	1,32	0–40	1,35
Вспашка на 20 см с одновремен- ным рыхлением РПП-20 на 20 см	0–20	1,19	0–20	1,20	0–20	1,21
	20–40	1,32	20–40	1,35	20–40	1,39
	0–40	1,25	0–40	1,27	0–40	1,30

Снижение плотности подпахотного слоя почв, в свою очередь, обеспечило повышение урожайности сельскохозяйственных культур. В табл. 4 приведены среднемноголетние данные по урожайности картофеля, озимой ржи и ячменя на опытно-производственных участках СПК «Полочаны» при разных вариантах обработки почвы.

Широкая производственная проверка в хозяйствах Республики Беларусь выявила, что эксплуатационное рыхление на глубину 0,4–0,5 м обеспечивает прибавку урожайности сельскохозяйственных культур на 8–20 %. Наиболее восприимчивы к снижению плотности почвы пропашные культуры. Эффективность действия рыхления – 2–3 года.

Эффективным приемом повышения продуктивности многолетних сенокосов является

их щелевание с применением рыхлительного оборудования РКЛ-50. Прибавка урожая злаковых трав в первый год после щелевания мелкозалежных торфяников на Полесской опытно-мелиоративной станции составила 17,1, во второй – 25,9, в третий – 6,9 ц/га абсолютно сухого вещества, что составляет соответственно 19,7, 29,9 и 8 %. В Витебском экспериментальном хозяйстве в первый год после щелевания прибавка урожая составила 11,1, а на второй год – 18,9 %.

Последствие щелевания на водный режим и урожай трав проявляется в течение 2–3 лет. Средняя многолетняя прибавка урожая составляет 10–15 %. Наибольшая ее величина (15–25 %) наблюдается во второй год после проведения щелевания.

Таблица 4 – Урожайность культур при разуплотнении подпахотного слоя

Вариант опыта	Картофель (2001–2004 гг.)			Озимая рожь (2001–2003 гг.)			Ячмень (2002–2004 гг.)		
	Урожайность, ц/га	Отношение к контролю		Урожайность, ц/га	Отношение к контролю		Урожайность, ц/га	Отношение к контролю	
		ц/га	%		ц/га	%		ц/га	%
Вспашка на 20 см	230	–	–	42,2	–	–	46,3	–	–
Вспашка с одновременным рыхлением РПП-20 на 20 см (20 + 20 см)	267	+37	+16,1	47,1	+4,9	+11,6	49,9	+3,6	+7,8

Выводы

1. Приведенные показатели оценки состояния мелиорированных земель по наличию вымочек и переувлажнений, сроков отвода поверхностных вод, плотности почв позволяют выбрать наиболее оптимальный комплекс ремонтно-эксплуатационных и агро-мелиоративных мероприятий для восстановления эффективности функционирования мелиорированных земель.

2. Приведены основные условия для выполнения эксплуатационного рыхления в зависимости от плотности, влажности и категории почвы, с использованием разработанного в РУП «Институт мелиорации» оборудования, а также эффективность разуплотнения подпахотного слоя почв.

Библиографический список

1. Погодин, Н. Н. Эксплуатационный контроль технического состояния закрытой мелиоративной сети / Н. Н. Погодин, А. С. Анженков, В. А. Болбышко // Мелиорация. – 2017. – № 1 (79). – С. 13-21.
2. Мелиоративные системы и сооружения. Нормы проектирования : ТКП 45-3.04-8-2005 (02250). – Введ. 01.11.2005 г. №279. – Минск, 2006. – С. 7-8.
3. Устройство для вспашки почвы и рыхления подпахотного слоя : пат. ВУ6676 / А. Г. Хомяков, Н. Н. Погодин, А. П. Лихацевич. – Оpubл. 20.01.2001.
4. Рыхлительное оборудование : пат. ВУ5879 / А. Г. Хомяков, Н. Н. Погодин, В. А. Болбышко. – Оpubл. 15.04.2009.
5. Рыхлитель. Комбинированный луговой : пат. ВУ 5536 / А. Г. Хомяков, Н. Н. Погодин, В. А. Болбышко. – Оpubл. 30.01.2009.

Поступила 27.11.2019

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИ РАСЧЕТЕ УСТОЙЧИВОСТИ ОТКОСОВ ГРУНТОВЫХ ПЛОТИН

П. М. Богославчик, кандидат технических наук

В. И. Селезнев, кандидат технических наук

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

Аннотация

В статье анализируется метод расчета устойчивости откосов по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения. Выявлено отсутствие единого подхода к определению гидродинамической силы фильтрационного давления. Дан анализ двух способов ее нахождения. Показана ошибочность метода, при котором фильтрационная сила определяется так же, как в случае напорной фильтрации. Рассматриваемую силу рекомендуется определять как внешнюю объемную по фильтрационному градиенту, направленную по линиям тока, что соответствует физической картине явления. Выполнены сравнительные расчеты по наиболее широко применяемым в настоящее время формулам.

Ключевые слова: *грунтовая плотина, устойчивость откоса, фильтрация, кривая депрессии, коэффициент запаса.*

Abstract

P. M. Bogoslavchik, V. I. Seleznev

ANALYSIS OF METHODS FOR DETERMINING FILTRATION PRESSURE IN THE CALCULATION OF STABILITY OF THE SLOPES OF EARTH DAMS

The analysis of the method of calculating the stability of slopes on circular cylindrical sliding surfaces is given. The absence of an unified approach to determine the hydrodynamic force of the filtration pressure was revealed. The analysis of two known methods is given. The error of the method which determines the filtration force in the same way as in the case of pressure filtration is shown. It is recommended to determine the considered force as an external volumetric filtration gradient directed along the current lines, which corresponds to the physical picture of the phenomenon. Comparative calculations using the most popular formulas at present are performed.

Key words: *embankment, slope stability, strength, causes of failures, monitored parameters, depression curve, safety factor, expert evaluation.*

Введение

В практике проектирования широкое распространение получили методы расчетов устойчивости откосов грунтовых плотин, объединенные общим названием – «по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения». Эти методы рекомендуются нормативным документом [1, п. 8.10]. Суть их отображена на схеме (рис. 1). Предполагается, что разрушение откоса может произойти путем сползания массива грунта 1, называемого призмой обрушения, по некоторой кривой скольжения 2, которая очерчивается радиусом R из центра скольжения O .

Коэффициент запаса устойчивости призмы обрушения вычисляется по формуле

$$k_y = \frac{R}{N} \cdot \frac{n_c}{m} \geq k_n, \quad (1)$$

где R – расчетное значение обобщенной несущей способности, м;

N – расчетное значение обобщенного силового воздействия, Н;

n_c – коэффициент сочетания нагрузок, принимаемый для основного сочетания нагрузок и воздействий в период нормальной эксплуатации 1,0, для периода строительства и ремонта – 0,95, для особого сочетания нагрузок и воздействий – 0,9;

m – коэффициент условий работы, учитывающий тип сооружения конструкции или основания, вид материала, приближенность расчетных схем и др.;

k_n – коэффициент надежности по ответственности (назначению) сооружения, учитывающий капитальность и значимость последствий при наступлении предельного состояния.

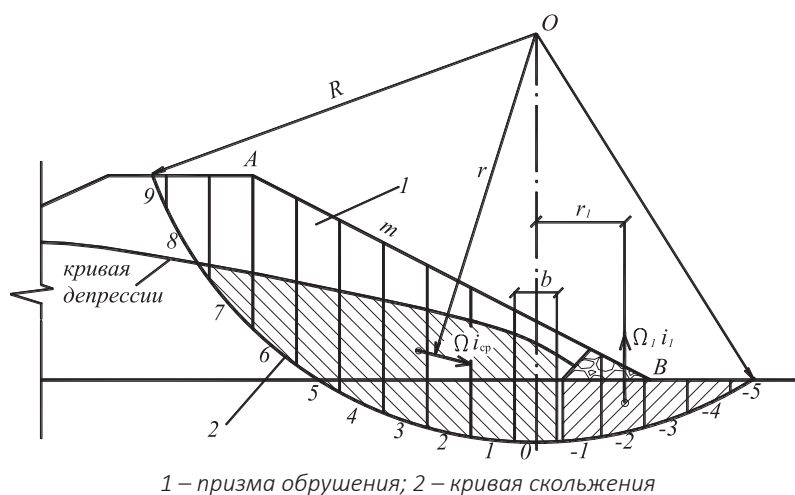


Рисунок 1 – Схема к расчету устойчивости откоса

Задача расчетов для множества кривых скольжения, проведенных из разных центров различными радиусами, – определить коэффициенты запаса устойчивости и выделить минимальный из них, который и будет расчетным для рассматриваемого откоса. Для удобства определения сил, действующих на призму обрушения, она делится на отдельные отсеки (см. рис. 1). Силы, действующие на каждый отсек, затем суммируются. Различные авторы

[2–4, 6–8] предлагают разные способы их определения, поэтому и формулы по определению коэффициента запаса устойчивости различны. Одним из нерешенных вопросов, существенно влияющим на конечный результат, является отсутствие единого подхода к определению гидродинамической силы фильтрационного давления. Цель данной работы – выработать единый подход к ее определению на основании анализа существующих способов.

Основная часть

Ряд формул, реализующих метод «по круглоцилиндрическим поверхностям скольжения» отличаются, как указывалось выше, подходами к определению сил, действующих на отсеки. В задачу данной статьи не входит их анализ с точки зрения определения всех сил, действующих на откосы. Рассмотрим лишь гидродинамическую силу фильтрационного давления, возникающего вследствие движения фильтрационного потока в теле грунтовой плотины и наличия градиента фильтрации. Расчеты показывают, что именно она наиболее весомо влияет на результаты этих расчетов. Существует два способа ее определения. Для их анализа рассмотрим наиболее известные и широко применяемые в настоящее время методы расчета устойчивости откосов.

– Метод Крея:

$$k_y = \frac{1}{\sum G_i \sin \alpha_i} \sum \frac{G_i - P_{\sigma} + c_i b_i \operatorname{ctg} \varphi_i}{\cos \alpha_i \operatorname{ctg} \varphi_i + \sin \alpha_i}. \quad (2)$$

– Метод Флорина – Терцаги:

$$k_y = \frac{\sum (G_i - P_{\sigma}) \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i + \sum c_i l_i}{\sum G_i \sin \alpha_i}. \quad (3)$$

– Метод Мейера – Бишоп – Ничипоровича:

$$k_y = \frac{\sum (G_i \cos \alpha_i - P_{\sigma} / \cos \alpha_i) \operatorname{tg} \varphi_i + \sum c_i l_i}{\sum G_i \sin \alpha_i}. \quad (4)$$

– Метод Чугаева:

$$k_y = \frac{\sum (G_i - P_{\sigma}) \operatorname{tg} \varphi_i + \sum c_i l_i}{\sum G_i \sin \alpha_i}. \quad (5)$$

В формулах (2–4) приняты следующие обозначения. G_i – вес i -го отсека; P_{σ} – сумма взвешивающих и фильтрационных сил, действующих на i -й отсек; α_i – угол наклона подошвы отсека к горизонту; φ_i – угол внутреннего трения грунта в подошве отсека; c_i – удельное сцепление грунта в подошве отсека; l_i – длина подошвы отсека.

В соответствии с первым способом для определения суммы взвешивающих и фильтрационных сил в формулах (3–5) авторы работ [6–8] предлагают следующую формулу (при отсутствии порового давления):

$$P_{\sigma i} = \gamma_w h_{\pi i} b, \quad (6)$$

где $h_{\pi i}$ – пьезометрический напор в центре отсека, который во избежание построения

фильтрационной сетки с достаточной точностью можно принимать равным глубине воды в рассматриваемом столбике отсека обрушения $h_в$.

Сила $P_в$ направлена вверх перпендикулярно плоскости скольжения (рис. 2).

На наш взгляд, ошибочно называть эту силу фильтрационной. Такой подход возможен в случае напорной фильтрации, если призма обрушения, а следовательно, и отсеки были бы водонепроницаемыми. В рассматриваемом случае фильтрация безнапорная, гидродинамическая сила фильтрационного давления направлена по линиям тока. Численно она зависит от градиента фильтрации, т. е. уклона кривой депрессии, что в формуле (6) не учитывается. Следовательно, по данной формуле определяется взвешивающая сила, а не сила фильтрационного давления.

Второй способ вычисления силы фильтрационного давления изложен в работах Е. А. Замарина и В. В. Фандеева [3–4]: предлагается ее определять как внешнюю сдвигающую по формуле

$$P_ф = \Omega i_{cp} \frac{r}{R} + \Omega_1 i_1 \frac{r_1}{R}, \quad (7)$$

где Ω – площадь области фильтрационного потока от кривой депрессии до кривой скольжения между точкой пересечения кривой депрессии с кривой скольжения и началом дренажа (см. рис. 1); i_{cp} – средний градиент фильтрационного потока в области Ω ; Ω_1 – площадь области фильтрационного

потока от начала дренажа до конца кривой скольжения; i_1 – средний градиент фильтрационного потока в области Ω_1 ; r – плечо силы гидродинамического фильтрационного давления Ωi_{cp} относительно точки O ; r_1 – плечо гидродинамической силы фильтрационного давления $\Omega_1 i_1$.

На наш взгляд, формула (7) соответствует физической картине силового воздействия фильтрационного потока на призму обрушения. Применив ее для методов, изложенных выше (см. формулы (2–5)), получим следующее.

– Метод Крея:

$$k_y = \frac{1}{\sum G_i \sin \alpha_i + P_ф} \sum \frac{G_i + c_i b_i \operatorname{ctg} \varphi_i}{\cos \alpha_i \operatorname{ctg} \varphi_i + \sin \alpha_i}. \quad (8)$$

– Метод Флорина – Терцаги:

$$k_y = \frac{\sum G_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i + \sum c_i l_i}{\sum G_i \sin \alpha_i + P_ф}. \quad (9)$$

– Метод Мейера – Бишоп – Ничипоровича:

$$k_y = \sum \frac{G_i \cos \alpha_i \operatorname{tg} \varphi_i + \sum c_i l_i}{\sum G_i \sin \alpha_i + P_ф}. \quad (10)$$

– Метод Чугаева:

$$k_y = \sum \frac{G_i \operatorname{tg} \varphi_i + \sum c_i l_i}{\sum G_i \sin \alpha_i + P_ф}. \quad (11)$$

Объединим для удобства методы, изложенные в формулах (2–5) в 1-ю группу, а в формулах (8–11) – во 2-ю.

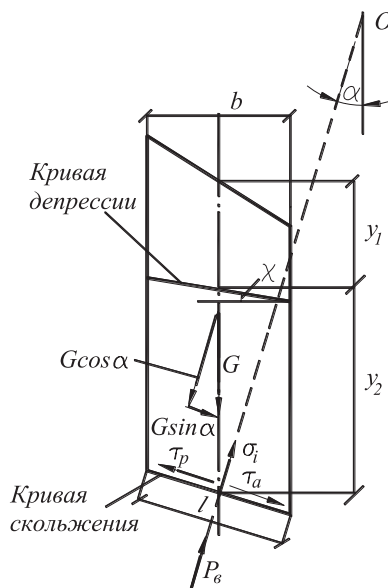


Рисунок 2 – Схема сил, действующих на отсек

Для численной оценки приведенных методов были выполнены расчеты устойчивости по всем вышеприведенным формулам. Для примера взята грунтовая плотина со следующими характеристиками: высота плотины – 17,0 м. Ширина по гребню – 8,0 м. Коэффициенты заложения откосов: верхового – 4,0, низового – 3,0. Глубина воды в верхнем бьефе – 15,5 м. Грунт тела плотины – песок мелкозернистый, грунт основания – суглинок. Их характеристики грунтов приведены в табл. 1.

Взвешивающее давление определялось путем уменьшения удельного веса скелета грунта, расположенного ниже кривой депрессии, на удельный вес воды. Расчеты выполнены с помощью Delfi-программы «Откос», разработанной на кафедре гидротехнического и энергетического строительства БНТУ. Результаты расчетов приведены в табл. 2.

Из табл. 2 видно, что для однородной плотины, у которой кривая депрессии находится высоко и фильтрационный градиент большой, коэффициенты запаса устойчивости, подсчи-

танные методами 2-й группы, имеют значения на 15–30 % выше, чем подсчитанные методами 1-й группы. Для плотины с экраном, у которой кривая депрессии занимает положение, близкое к горизонтальному, и фильтрационный градиент стремится к нулю, коэффициенты запаса устойчивости для методов 1-й и 2-й групп практически одинаковы. Расчеты по второй группе методов позволяют несколько уменьшить коэффициент заложения откоса, что имеет определенное практическое значение.

К сожалению, полученные результаты нельзя проверить экспериментально, т. к. в силу ряда причин весьма сложно провести испытание, данные которого можно было бы признать достаточно достоверными. Но анализ физической картины разрушения откоса с математическими моделями показывает правильность формулы (7) для определения силы фильтрационного давления и, следовательно, 2-й группы методов по расчету устойчивости откосов (формулы (8–11)).

Таблица 1 – Характеристики грунтов тела плотины и основания

Грунт	Характеристики						
	$\gamma_{ск'}$, кН/м ³	$\gamma_{ес'}$, кН/м ³	n	c, кПа	$c_{н'}$, кПа	ϕ , град.	$\phi_{н'}$, град.
Песок мелкозернистый	15,8	16,7	0,390	3,0	3,0	32	27
Суглинок	17,0	18,0	0,350	30,0	20,0	27	20

Таблица 2 – Результаты расчетов коэффициента запаса устойчивости

Тип плотины	Методы определения фильтрационного давления	Коэффициенты устойчивости по формулам			
		Крея	Флорина – Терцаги	Мейера – Бишопа – Ничипоровича	Чугаева
Однородная	1-я группа	1,16	1,13	0,99	1,24
	2-я группа	1,33	1,29	1,29	1,41
С экраном	1-я группа	1,83	1,70	1,63	1,91
	2-я группа	1,81	1,71	1,71	1,93

Заключение

На основании анализа методов определения силы фильтрационного давления при расчете устойчивости откосов грунтовых плотин предлагается ее находить как внешнюю сдвигающую, величина которой зависит от положения кривой депрессии и величины фильтрационного градиента – формула (7). Сравнительные

расчеты по двум группам методов показали, что коэффициент запаса, полученный с использованием формулы (7), т. е. по методам второй группы, на 15–30% выше, чем подсчитанный методами 1-й группы, в которых для определения силы фильтрационного давления использовалась формула (6), что имеет практическое значение.

Библиографический список

1. Плотины из грунтовых материалов. Строительные нормы проектирования : ТКП 45-3.04-150-2009 (02250). – Введ. с 01.03.2010. – Минск : Минстройархитектуры, 2010. – 52 с.
2. Ничипорович, А. А. Плотины из местных материалов / А. А. Ничипорович. – М. : Стройиздат, 1973. – 320 с.
3. Замарин, Е. А. Гидротехнические сооружения / Е. А. Замарин, В. В. Фандеев. – М. : Колос, 1965. – 623 с.
4. Волков, И. М. Гидротехнические сооружения : учеб. пособие для вузов / И. М. Волков, П. Ф. Кононенко, И. К. Федичкин. – М. : Колос, 1968. – 464 с.
5. Гидротехнические сооружения / под ред. В. П. Недриги. – М. : Стройиздат, 1983. – 543 с. – (Справочник проектировщика).
6. Розанов, Н. Н. Плотины из грунтовых материалов / Н. Н. Розанов. – М. : Стройиздат, 1983. – 295 с.
7. Гольдин, А. Л. Проектирование грунтовых плотин : учеб. пособие для вузов / А. Л. Гольдин, Л. Н. Рассказов. – М. : Энергоатомиздат. 1987. – 304 с.
8. Гидротехнические сооружения: в 2 ч. Ч. 1 / под ред. Л. Н. Рассказова. – М. : Стройиздат, 1996. – 435 с.
9. Чугаев, Р. Р. Гидротехнические сооружения : учеб. пособие для вузов : в 2 ч. / Р. Р. Чугаев. – 2-е изд., перераб. и доп.– М. : Агропромиздат, 1985. – Ч. 1 : Глухие плотины. – 318 с.

Поступила 11.11.2019

РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ДЛЯ ВЫБОРА ЭФФЕКТИВНОЙ КОНСТРУКЦИИ ЗАКРЫТОГО ДРЕНАЖА В СУГЛИНИСТЫХ ПОЧВОГРУНТАХ

Д. В. Лодыга, магистр технических наук, аспирант

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

Аннотация

В статье изложены краткие сведения о функциональной эффективности физических моделей различных вариантов устройства дренажных линий в связных почвогрунтах тяжелого гранулометрического состава; результаты экономического расчета по вариантам устройства дренажных линий. Введено понятие технико-экономического показателя, и представлены результаты его расчета по вариантам устройства. Получен ранжированный ряд технико-экономических показателей в пределах от 0,712 до 0,185.

Ключевые слова: функциональная эффективность, слабопроницаемые почвогрунты, фильтрующая засыпка, постоянная времени, дренажная линия, экономический расчет, материальные ресурсы, технико-экономический показатель, ранжирование.

Abstract

D. V. Lodyha

TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATOR FOR THE SELECTION OF THE EFFECTIVE DESIGN OF CLOSED DRAINAGE IN LOAMY SOILS

The article provides brief information on the functional effectiveness of physical models of various options for the construction of drainage lines in cohesive soil of heavy particle size distribution; economic calculation results for drainage line options. The concept of a technical and economic indicator is introduced and the results of its calculation according to device options are presented. A ranked series of technical and economic indicators ranging from 0.712 to 0.185 is obtained.

Key words: functional efficiency, poorly permeable soil, filter backfill, time constant, drain line, economic calculation, material resources, technical and economic indicator, ranking.

Введение

В Республике Беларусь насчитывается около 1,4 млн га земель с тяжелым гранулометрическим составом, которые характеризуются высоким потенциальным и низким реальным плодородием. Их эффективному сельскохозяйственному использованию препятствует переувлажнение весной, осенью и в периоды летних интенсивных осадков [1].

Около 507,2 тыс. га (или 16,7 %) мелиорированных земель Республики Беларусь (преимущественно центральная и северная зоны) представлено почвенно-грунтовыми комплексами тяжелого гранулометрического состава, которые, как правило, имеют динамично и масштабно изменяющуюся в зависимости от погодных и техногенных факторов водопроницаемость. Такая изменчивость определяет конструктивные особенности и параметры осушительной сети [2–7].

В качестве основных и бесспорных моментов по устройству мелиоративной сети на тяжелых слабопроницаемых почвогрунтах отмечают необходимость качественной организации поверхностного стока либо каналами или ложбинами по поверхности, либо переводом его части в дренажный сток водопоглощающими сооружениями [2, 8].

На площадях с суглинистыми и глинистыми слабопроницаемыми почвогрунтами достаточно часто возникает переувлажнение почв, что препятствует в той или иной степени ведению сельскохозяйственного производства и отрицательно сказывается на применении почвообрабатывающей и уборочной техники. В итоге это приводит к значительным потерям сельскохозяйственной продукции.

Следовательно, при проектировании дренажа необходимо отдавать предпочтение конструкциям дренажных систем, обеспечивающим

отведение поверхностных вод, а не почвенного фильтрата. Здесь имеются в виду системы на базе дрен-собираателей, эффективно отводящих поверхностную воду в дренажную сеть [4, 6, 9].

Таким образом, в данной работе рассматриваются результаты экономического расчета и технико-экономическая эффективность устройства вариантов конструкций закрытого

дренажа для суглинистых слабопроницаемых почвогрунтов, по которым было проведено физическое моделирование для экстремальных погодных условий. Цель работы – определить наиболее эффективные варианты конструкций закрытого дренажа для суглинистых слабопроницаемых почвогрунтов с учетом их технико-экономических показателей.

Методика и объекты исследования

Для сравнения эффективности наиболее перспективных конструкций дренажа для суглинистых грунтов использовались их физические модели, размещенные в трех металлических емкостях с внутренними размерами 2000×1000×500 мм. Каждая емкость разделялась металлической перегородкой для отделения метровых отсеков и размещения в них моделируемых дренажных линий. Таким образом, исследовались шесть вариантов конструкций дренажа длиной 1 м. На

рис. 1 приведен общий вид грунтовых лотков, использованных при моделировании работы дренажа.

Пахотный и подпахотный горизонты отбирались на мелиоративном объекте «Коробы» Глубокского р-на Витебской обл., доставлялись и укладывались в модели отдельно, согласно статусу и мощности. Коэффициент фильтрации грунта в естественном состоянии составлял 0,2 м/сут. Лотки размещались под открытым небом.



Рисунок 1 – Общий вид грунтовых лотков с рассматриваемыми вариантами конструкций дренажных линий

При выборе перспективных вариантов устройства дренажа использованы разработанные в СССР и других странах данные о работе различных конструкций [2, 6, 8]. Кроме этого, принимались во внимание экспериментальные данные, полученные РУП «Институт мелиорации» на опытных участках, построенных на слабопроницаемых ($K_{\phi} < 0,3$ м/сут.), набухающих почвогрунтах тяжелого гранулометрического состава [8].

Таким образом, сравнительную оценку технико-экономической эффективности проводили для физических моделей следующих вариантов устройства конструкций дренажных линий (рис. 2):

1) траншейным дренажником с засыпкой грунтом пахотного горизонта на 20 см, а затем засыпкой грунтом из дренажной траншеи с возделыванием растительности, имеющей глубокую и разветвленную корневую систему (редьки масличной, задействованной на всех вариантах, кроме Л-2) – Лоток 1 (Л-1);

2) траншейным дренажником с засыпкой грунтом пахотного горизонта на 20 см, а затем засыпка грунтом из дренажной траншеи без растительности на поверхности – Лоток 2 (Л-2) – контрольный вариант по стандартной технологии устройства дренажных линий;

3) бестраншейным дренажником с засыпкой щели от ножа высокопроницаемым фильтрующим материалом (торфом, $K_{\phi} \approx 2,0$ м/сут.) до поверхности – Лоток 3 (Л-3);

4) бестраншейным дренажником с засыпкой щели от ножа высокопроницаемым фильтрующим материалом (торфом, $K_{\phi} \approx 2,0$ м/сут.) до подошвы пахотного горизонта (30 см до поверхности) – Лоток 4 (Л-4);

5) бестраншейным дренажником с засыпкой щели от ножа высокопроницаемым фильтрующим материалом (торфом, $K_{\phi} \approx 2,0$ м/сут.) до подошвы пахотного горизонта (30 см до поверхности) с введением

кратовой дрены в высокопроницаемую фильтрующую засыпку – Лоток 5 (Л-5);

6) бестраншейным дренажником с засыпкой щели от ножа высокопроницаемым фильтрующим материалом (торфом, $K_{\phi} \approx 2,0$ м/сут.) до подошвы пахотного горизонта (30 см до поверхности) с внесением в пахотный горизонт негашеной извести (из расчета 10 т/га) – Лоток 6 (Л-6).

Для оценки функциональной эффективности исследованных вариантов при отводе осадков использован индекс относительного быстрогодействия, который определяется как отношение постоянных времени процессов базового варианта (Л-2) и рассматриваемого и рассчитывается по формуле

$$I_{об} = \frac{T_{бв}}{T_n}, \quad (1)$$

где: $I_{об}$ – индекс относительного быстрогодействия;

$T_{бв}$ – постоянная времени базового варианта (Л-2), мин.;

T_n – постоянная времени рассматриваемого варианта, мин.;

Результаты расчета индекса представлены в табл. 1 [2].

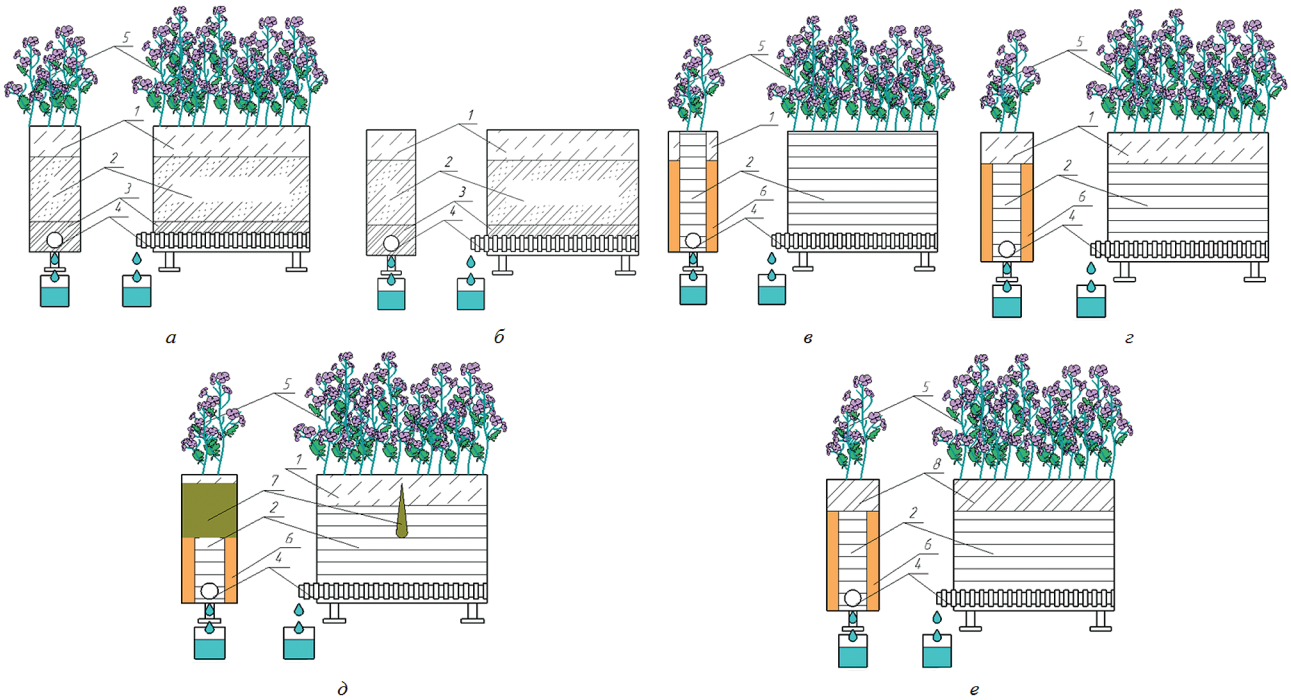
Опыт эксплуатации мелиоративных систем с устройством фильтрующей засыпки до поверхности земли (подобных исследуемому варианту Л-3) свидетельствует, что при проведении вспашки материал фильтрующей засыпки перемешивается с окружающим грунтом и перемещается относительно первоначального положения. Вследствие этого процесса проницаемость верхнего слоя засыпки резко уменьшается, и эффективность водоотвода варианта снижается за несколько лет до уровня варианта вывода фильтрующей засыпки до пахотного горизонта – Л-4 [2]. Пример перемещения более светлого материала засыпки дренажа подпахотным слоем плугами за период 3 года представлен на рис. 3.

Таблица 1 – Расчет индекса относительного быстрогодействия

Наименование показателя	Вариант устройства дренажа					
	Л-1	Л-2	Л-3	Л-4	Л-5	Л-6
Постоянная времени T , мин.	210,4	478,0	42,2	80,2	54,6	113,0
Индекс относительного быстрогодействия $I_{об}$	2,27	1,00	11,33	5,96	8,76	4,23

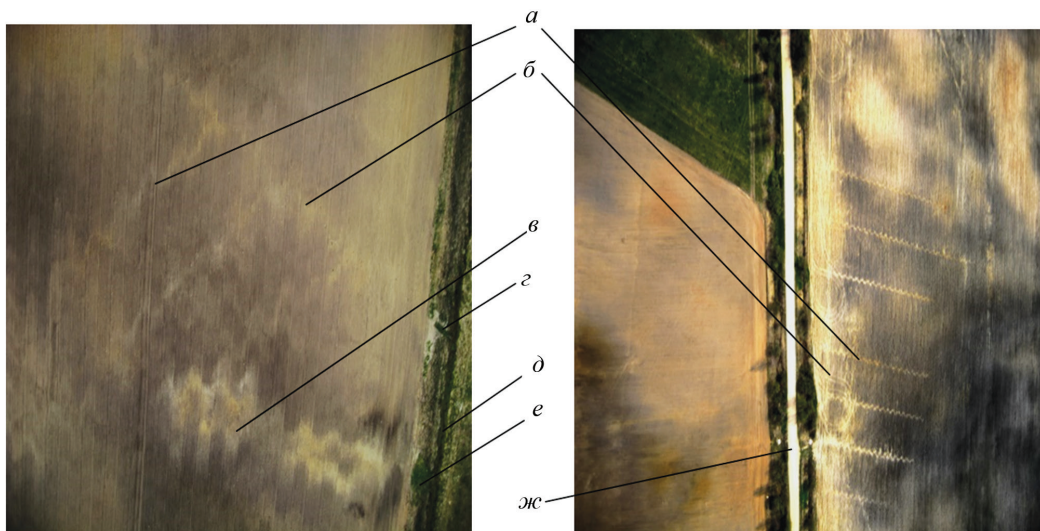
Пока известен единственный относительно эффективный вариант повышения долготлетия высокой водопроницаемости засыпки, правда, примененный только в конструкциях водопоглощающих колонок [9]. Суть решения – увеличение размеров проницаемой засыпки в пахотном горизонте.

Для решения обозначенной проблемы в конструкции варианта Л-3 была изменена ширина фильтрующей засыпки поверху – с 0,2 до 2,8 м на всю глубину пахотного горизонта. Полученному варианту присвоен артикул Л-7 (3*), с сохранением значения индекса относительно бысродействия по варианту Л-3.



1 – пахотный горизонт, 2 – грунт обратной засыпки (а, б) / фильтрующая засыпка (в, г, д, е),
3 – присыпка растительным грунтом, 4 – дренажная труба, 5 – растительность, имеющая разветвленную корневую систему (редька масличная), 6 – ненарушенный грунт;
7 – кротовая дрена; 8 – пахотный горизонт с внесенной известью

Рисунок 2 – Схема физических моделей вариантов конструкций дренажных линий:
а – вариант Л-1; б – вариант Л-2; в – вариант Л-3; г – вариант Л-4; д – вариант Л-5; е – вариант Л-6



а) дрена; б) коллектор; в) ложбина стока;
г) устье коллектора; д) канал; е) открытая воронка стока; ж) дорога

Рисунок 3 – Фотографии поля, полученные при аэрофотосъемке на объекте «За Родину», Шарковщинский р-н, Витебская обл.

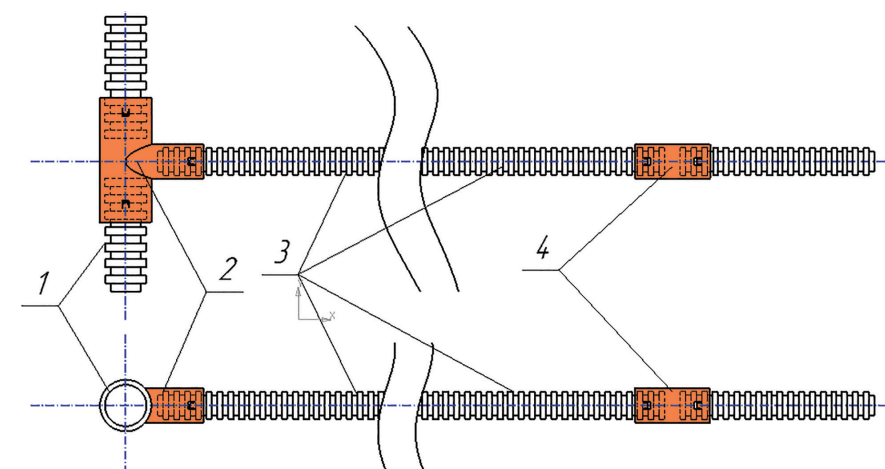
Результаты исследования и их обсуждение

Для определения стоимости строительства вариантов конструкций дренажных линий (см. рис. 2) в слабопроницаемых суглинистых почвогрунтах выполнен экономический расчет с выделением перечня необходимых для устройства работ и материалов по каждому варианту в отдельности (табл. 2, 3) [10].

Для наиболее корректного определения стоимости устройства дренажных линий с учетом выполнения подключения дрены к коллектору и устройства соединений дренажных труб между собой (работа + материалы)

принята расчетная величина устройства дренажной линии в 1 км (рис. 4).

Экономический расчет выполнен в текущих ценах по состоянию на 1 октября 2019 г. с помощью программного продукта RSTC.smeta версия 8.8 [11]. Стоимость материалов фильтрующей засыпки (торфа) и негашеной извести определена путем мониторинга предложений на рынке Республики Беларусь на момент выполнения сметного (экономического) расчета без учета средств на доставку к месту строительства.



1 – дренажный коллектор; 2 – тройник дренажный;
3 – дренажная линия; 4 – соединительная муфта (муфта дренажная)

Рисунок 4 – Общая схема устройства подключения дренажной линии к коллектору и устройства соединений дренажных труб между собой

Таблица 2 – Объем основных материальных ресурсов, необходимых для устройства дренажной линии

Наименование материала	Вариант дрены-собирателя						
	Л-1	Л-2	Л-3	Л-4	Л-5	Л-6	Л-7 (3*)
1. Труба из полиэтилена гофрированная дренажная с защитно-фильтрующим покрытием, наружным диаметром 63 мм, км	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017	1,017
2. Муфта дренажная D63, шт.	10	10	10	10	10	10	10
3. Тройник дренажный 90×63, шт.	1	1	1	1	1	1	1
4. Защитно-фильтрующий материал, м ²	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
5. Торф, м ³	–	–	200	140	140	140	980
6. Известь негашеная, кг	–	–	–	–	–	20	–
7. Семена редьки масличной, кг	1,25	–	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Таблица 3 – Перечень работ, необходимый для устройства дрен-собираелей

Наименование работы	Вариант дрен-собираелей						
	Л-1	Л-2	Л-3	Л-4	Л-5	Л-6	Л-7(3*)
1. Планировка трассы закрытого собирателя на ширину отвала бульдозера (2,8 м)	+	+	+	+	+	+	–
2. Срезка растительного грунта по трассе закрытого собирателя на ширину отвала бульдозера (2,8 м)	–	–	–	–	–	–	+
3. Укладка дренажных полиэтиленовых труб многоковшовым экскаватором-дреноукладчиком с присыпкой дренажной трубы растительным грунтом (диаметр труб – 63 мм, грунт 2 группы – суглинок тяжелый)	+	+	–	–	–	–	–
4. Укладка дренажных полиэтиленовых труб бестраншейным дреноукладчиком (диаметр труб – 63 мм, грунт 2 группы – суглинок тяжелый)	–	–	+	+	+	+	+
5. Засыпка щели от ножа торфом при укладке дренажных полиэтиленовых труб бестраншейным дреноукладчиком	–	–	+	+	+	+	+
6. Обратная засыпка дренажной траншеи бульдозером (грунт 2 группы – суглинок тяжелый)	+	+	–	–	–	–	–
7. Устройство подключений и соединений	+	+	+	+	+	+	+
8. Устройство кротового дренажа	–	–	–	–	+	–	–
9. Внесение негашеной извести в пахотный горизонт	–	–	–	–	–	+	–
10. Разравнивание торфа по трассе закрытого собирателя	–	–	–	–	–	–	+
11. Разравнивание кавальеров от срезки растительного грунта (слой разравнивания – 0,1 м)	–	–	–	–	–	–	+
12. Посев семян редьки масличной по трассе закрытого собирателя	+	–	+	+	+	+	+
13. Полив посевов семян	+	–	+	+	+	+	+
Всего работ	6	4	6	6	7	7	8

Как и ожидалось, наименее затратным оказался базисный вариант Л–2 и его модификация вариант Л–1 с общей стоимостью строительства 1 км линии 3,46 и 6,46 тыс. руб. соответственно. Далее по возрастанию следуют варианты Л–4, Л–5 и Л–6 с общей стоимостью устройства 1 км линии 12,48, 12,49 и 12,52 тыс. руб. соответственно, разница в устройстве которых между собой не превышает 0,3 %. Затем идут варианты Л–3 и Л–7 (3*) с общей стоимостью строительства 1 км линии 15,92 и 61,12 тыс. руб. соответственно.

Расчет стоимости по вариантам устройства дренажной линии с учетом основных затрат приведен в табл. 4.

Однако экономического расчета для вывода о целесообразности применения того или иного варианта устройства дренажа не достаточно вследствие отсутствия привязки экономических показателей к функциональной эффективности исследованных вариантов

Для этого было введено понятие технико-экономического показателя и принцип его расчета.

Технико-экономический показатель – это показатель эффективности системы, определяемый как отношение индекса функциональной эффективности системы к общей стоимости устройства рассматриваемой системы или её единицы (км, га, м.п. и др.) и определяется по формуле

$$\varepsilon = \frac{I_{об}}{C}, \quad (2)$$

где: ε – технико-экономический показатель;
 $I_{об}$ – индекс относительного быстрогодействия;

C – общая стоимость устройства рассматриваемой системы или ее единицы (км, га, м.п. и др.), руб.

В качестве индекса функциональной эффективности в нашем случае принимаем индекс относительного быстрогодействия варианта, а в качестве общей стоимости единицы системы – общую стоимость устройства 1 м.п. дренажной линии по варианту.

Для удобства расчет технико-экономического показателя приведен в табл. 5.

Таблица 4 – Стоимость устройства дренажной линии длиной 1 км

Вид затрат	Вариант дрены-собиранеля						
	Л–1	Л–2	Л–3	Л–4	Л–5	Л–6	Л–7 (3*)
Общая стоимость устройства дрены-собиранеля, руб.	6 458	3 464	15 918	12 478	12 493	12 515	61 120
в том числе:							
Прямые затраты, руб.	4 581	2 972	15 075	11 639	11 650	11 675	60 154
Затраты труда рабочих, чел-ч	239	33	99	99	99	99	99
Затраты труда машинистов, маш.-ч	43	33	24	23	24	23	38

Таблица 5 – Расчет технико-экономического показателя

Вариант дрены-собиранеля	Общая стоимость устройства дренажной линии, руб.	Индекс относительного быстрогодействия варианта $I_{об}$	Общая стоимость устройства 1 м.п. дренажной линии, руб.	Технико-экономический показатель варианта ε
Л–1	6 458	2,27	6,46	0,351
Л–2	3 464	1,00	3,46	0,289
Л–3	15 918	11,33	15,92	0,712
Л–4	12 478	5,96	12,48	0,478
Л–5	12 493	8,75	12,49	0,701
Л–6	12 515	4,23	12,52	0,338
Л–7 (3*)	61 120	11,33	61,12	0,185

На основании расчета технико-экономического показателя был составлен ранжирован-

ный ряд по вариантам устройства дренажных линий (рис. 5).

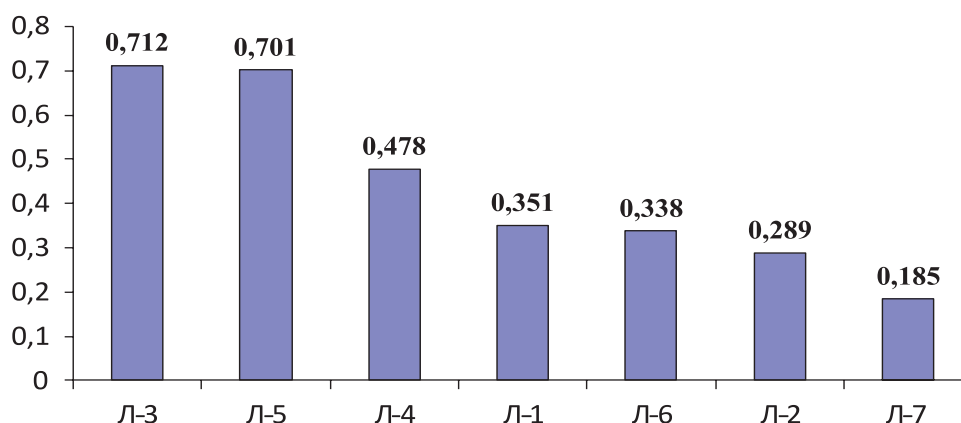


Рисунок 5 – Ранжированный ряд технико-экономических показателей вариантов устройства дренажных линий

Анализ рассчитанных технико-экономических показателей показал, что наиболее эффективным вариантом устройства является вариант Л – 3 со значением технико-экономического показателя 0,712. Однако необходимость повышения долговечности фильтрующей засыпки автоматически влечет значительное увеличение стоимости устройства дренажной линии. В результате этого технико-экономический показатель снизился до значения 0,185, т. е. более чем в 3,8 раза – вариант Л–7 (3*). Сравнивая полученное значение с показателем по базисному варианту 0,289 (Л–2), видим, что базисный вариант устройства дренажных линий более чем в 1,5 раза эффективнее рассматриваемого.

На основании изложенного можно отметить неэффективность капитальных вложений в устройство варианта Л–3. С одной стороны,

снижается функциональная эффективность до варианта Л–4, вследствие чего материал фильтрующей засыпки перемешивается с окружающим грунтом и перемещается от первоначального расположения при выполнении сельхоз работ уже после 3 лет эксплуатации. С другой стороны, при решении этой проблемы увеличиваются капитальные вложения и снижается технико-экономический показатель.

Вариант Л–2 также не устраивает производство – именно для его замены и проводилась данная работа. Вариант Л–1 встречается в производственных системах и по отзывам занимает пограничную оценку (удовлетворительно / неудовлетворительно). Отсюда можно заключить, что приемлемые значения предлагаемого технико-экономического показателя должны быть более 0,351.

Выводы

На основании вышеизложенного можно сделать вывод, что наиболее эффективным из исследованных вариантов устройства дренажной линии на тяжелых суглинистых слабопроницаемых почвогрунтах является вариант Л–5 – укладка пластмассового дренажа бестраншейным дренажукладчиком с засыпкой щели от ножа высокопроницаемым фильтрующим материалом (торфом) до подошвы пахотного горизонта (30 см до поверхности)

с введением кротовой дрены в высокопроницаемую фильтрующую засыпку и с преимущественным возделыванием в севооборотах растительности, имеющей стержневую корневую систему (редьки масличной, рапса, люцерны, клевера и др.) со значением технико-экономического показателя 0,701, общей стоимостью устройства 1 км линии 12,493 тыс. руб. и постоянной времени переходного процесса водоотвода 54,6 мин.

Библиографический список

1. Лихацевич, А. П. Мелиорация и рациональное использование переувлажненных минеральных земель Нечерноземья России и Беларуси: монография / А. П. Лихацевич ; под общ. ред. А. П. Лихацевича, Н. Г. Ковалёва, Б. М. Князева. – Рязань : ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, 2009. – 499 с.
2. Шкутов, Э. Н. Физическое моделирование работы перспективных конструкций дренажа в слабопроницаемых суглинках / Э. Н. Шкутов [и др]. // Мелиорация. – 2018. – № 1 (83). – 80 с.
3. Мелиорация земель в Вологодской области : Водопроницаемость засыпки дренажных траншей : материалы конф., Вологда, 28 - 29 марта 1972 г. / под ред. Е.М. Сухановский . – Вологда, 1973. – 148 с.
4. Опыт осушения земель закрытым дренажем / А. Бальчаунас [и др.] ; под общ. ред. А. Бальчаунаса. – М. : Колос, 1975. – 320 с.
5. Технические указания по осушению тяжелых почв закрытым дренажем в Калининградской области. – Калининград, 1977. – 77 с.
6. Эггельсманн, Р. Руководство по дренажу / Р. Эггельсман ; пер. с нем. В. Н. Горинского ; под ред. и с предисл. Ф. Р. Зайдельмана. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Колос, 1984. – 247 с.
7. Алексанкин, А. В. Мелиоративное освоение полейдерных земель / А. В. Алексанкин. – М. : Россельхозиздат, 1987. – 159 с.
8. Мурашко, А. М. Пластмассовый дренаж / А. М. Мурашко. – Минск: Урожай, 1969. – С. 112–113.
9. Карловский, В. Ф. НОТ в строительстве гончарного дренажа / В. Ф. Карловский. – М. : Колос, 1975. – С 17–18.
10. Нормативы расхода ресурсов в натуральном выражении на строительные конструкции и работы. Сборник 1 «Земляные работы»: НРР 8.03.101-2017. – Введ. приказом Министерства архитектуры и строительства Респ. Беларусь № 238 от 31.10.2016. – 519 с.
11. Программный продукт RSTC.smeta версия 8.8. – Разраб. РУП «РНТЦ по ценообразованию в строительстве» (база текущих цен по состоянию на 1 октября 2019 г).

Поступила 02.12.2019

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРОШЕНИЯ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ БЕЛАРУСИ

Г. В. Латушкина, ведущий научный сотрудник, кандидат технических наук

А. П. Лихацевич, главный научный сотрудник, доктор технических наук,
профессор, член-корреспондент НАН Беларуси,

А. С. Анженков, кандидат технических наук

РУП «Институт мелиорации»,
г. Минск, Беларусь

Аннотация

В последние годы количество атмосферных осадков, выпадающих в весенне-летний период, снижается, что часто приводит к росту дефицита влаги для сельскохозяйственных культур. Поскольку практически все овощные культуры отличаются повышенной требовательностью к водному режиму почвы, недостаток влаги приводит к снижению их водопотребления и, соответственно, потерям урожая. Понимание последствий роста засушливости климата в Республике Беларусь постепенно возвращает интерес к орошению. Согласно технико-экономическим расчетам, при производстве овощной продукции в Беларуси выгодно применять орошение.

Ключевые слова: недостаток влаги, потери урожая, овощные культуры, оросительные системы, поливная техника, технико-экономические расчеты.

Abstract

G. V. Latushkina, A. P. Likhachevich, A. S. Anzhenkov
EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF IRRIGATION OF VEGETABLE CROPS IN THE CONDITIONS OF BELARUS

There has been a tendency to decrease in the amount of precipitation falling in the spring and summer in recent years, which often leads to an increase in moisture deficit for crops. Since almost all vegetable crops are characterized by increased demands on the water regime of the soil, a lack of moisture leads to a decrease in their water consumption and, accordingly, to crop losses. Understanding the consequences of increased climate aridity in the republic is gradually returning interest in irrigation. Feasibility studies show that it is beneficial to use irrigation in the production of vegetable products in Belarus.

Key words: lack of moisture, crop loss, vegetables, irrigation systems, irrigation equipment, technical and economic calculations.

Введение

Территория Республики Беларусь относится к региону с неустойчивым режимом тепло-лагообеспеченности с высокой вероятностью почвенных засух в течение вегетационного периода. В последние годы наблюдается увеличение дефицитов водного баланса почвы. В рамках фундаментальных исследований по договору № 24 «Исследование дефицита водного баланса для овощных культур и многолетних трав на разных по гранулометричес-

кому составу дерново-подзолистых почвах Беларуси» выполнен анализ долговременного изменения дефицитов водного баланса. В среднем дефицит водного баланса для овощных культур с 1980 по 2009 гг. увеличился на 29 мм. Поскольку практически все овощные культуры отличаются повышенной требовательностью к водному режиму почвы, недостаток влаги приводит к снижению их водопотребления и, соответственно, потерям урожая.

Прибавки урожая овощных культур от орошения

Возможные потери продуктивности по причине недостатка влаги можно оценить, используя известную зависимость урожайности от природно-климатических факторов:

$$\Delta Y = D / K_B,$$

где ΔY – вероятные потери урожая от недостатка естественной влагообеспеченности, т/га; D – годовой дефицит водного баланса, м³/га;

K_B – коэффициент водопотребления орошаемой культуры, м³/т.

Осредненные коэффициенты водопотребления для условий Беларуси установлены по данным многолетних экспериментальных наблюдений: капусты поздней – 85 м³/т; моркови – 110 м³/т; свеклы столовой – 80 м³/т [1].

По ряду метеостанций, расположенных в трех агроклиматических зонах республики (северной, центральной, южной) посчитаны дефициты водного баланса для трех основных овощных культур Беларуси. Среднемноголетние дефициты приведены в табл. 1.

Вероятные потери урожая овощных культур (капусты поздней, моркови, свеклы столовой), рассчитанные на основании установленных коэффициентов водопотребления и данных табл. 1, представлены в табл. 2 [2].

Исходя из данных табл. 2, можно утверждать, что при восполнении недостатка влаги путем орошения прибавка урожая овощных

культур может достигать в средний год 10–14 т/га. В засушливые годы прибавка от орошения может быть еще выше. Это подтверждают результаты многочисленных опытов прошлых лет и практика передовых хозяйств, использующих орошение при производстве овощных культур.

Понимание последствий роста засушливости климата постепенно возвращает интерес к орошению. В последние годы в Беларуси осуществлены обновление и модернизация материально-технической базы многих овощеводческих хозяйств. Постепенно, небольшими темпами, происходит реконструкция и восстановление оросительных систем открытого грунта. Примеры представлены в табл. 3. В качестве дождевальной техники используются как широкозахватные, так и получившие большую популярность мобильные барабанно-шланговые дождевальные машины.

Таблица 1 – Среднемноголетние дефициты водного баланса

Зона	Почвы	Среднемноголетние дефициты водного баланса, м ³ /га		
		Капуста поздняя	Морковь	Свекла столовая
Северная	Песчаная	1120	950	810
	Супесчаная	1050	880	770
	Суглинистая	970	800	680
Центральная	Песчаная	1360	1280	1050
	Супесчаная	1280	1200	970
	Суглинистая	1210	1130	900
Южная	Песчаная	1480	1370	1150
	Супесчаная	1400	1300	1070
	Суглинистая	1330	1220	1000

Таблица 2 – Вероятные потери урожая сельскохозяйственных культур от недостатка естественной влагообеспеченности

Зона	Почвы	Потери урожая от недостатка влагообеспеченности, т/га		
		Капуста поздняя, т/га	Морковь, т/га	Свекла столовая, т/га
Северная	Песчаная	13,2	8,6	10,1
	Супесчаная	12,4	8,0	9,6
	Суглинистая	11,4	7,3	8,5
Центральная	Песчаная	16,0	11,6	13,1
	Супесчаная	15,1	10,9	12,1
	Суглинистая	14,2	10,3	11,2
Южная	Песчаная	17,4	12,5	14,4
	Супесчаная	16,5	11,8	13,4
	Суглинистая	15,6	11,1	12,5

Таблица 3 – Дождевальная техника на объектах реконструкции оросительных систем

Объект реконструкции	Широкозахватные машины		Шланговые машины	
	Марка машины	Площадь, га	Марка машины	Площадь, га
КСУП «Брилево»	«Reinke»	98	ПДМ-2500	22
КСУП «Комбинат Восток»	«Reinke»	96	ПДМ-2500	34
КСУП «Светлогорская овощная фабрика», объект «Липа»	«Фрегат»	47	ПДМ-2500	24
КСУП «Светлогорская овощная фабрика»	«Reinke»	191	ПДМ-2500	94
ОАО «Горецкое»	«Reinke»	66	ПДМ-2500	44

Экономическая эффективность орошения овощных культур

Для представления экономической эффективности орошения овощных культур в современных условиях выполнены технико-экономические расчеты на примере оросительной системы в КСУП «Комбинат Восток» Гомельской обл. Реконструкция и восстановление оросительной системы выполнялись в 2013–2014 гг. Источник финансирования – областной бюджет.

Участок реконструкции используется в основном под овощной севооборот. Почвенный покров представлен дерново-подзолистыми почвами, по гранулометрическому составу – супеси. До реконструкции орошение земель осуществлялось передвижными дождевальными машинами ПДМ-2500 с забором воды из мелиоративных каналов. Кадастровая оценка земель на данном массиве составляет от 33,5 до 36,1 баллов.

Проектом реконструкции и восстановления оросительной системы в КСУП «Комбинат Восток» предусмотрено в качестве водисточника использовать подземные воды, располагающиеся на глубине 0,5–3,6 м, для чего устроены четыре артезианские скважины и аккумулирующий водоем. Подача воды в оросительную сеть осуществляется с помощью передвижной насосной станции, которая на период орошения устанавливается на

площадке вблизи аккумулирующего водоема, а на зимний период вывозится на базу. Для орошения сельскохозяйственных культур приняты одна передвижная дождевальная машина ПДМ-2500 (площадь орошения – 34 га) и две дождевальные машины кругового действия «Reinke» с площадью орошения 58 и 38 га. Оросительная сеть запроектирована тупиковой, напорный трубопровод – из труб НПВХ. Проектом также предусмотрено строительство двух подпорных гидротехнических сооружений – труб-регуляторов: одна из них – на р. Рандовка для обеспечения проезда и создания НПУ, а вторая – на водоподводящем канале для поддержания уровня воды в аккумулирующем водоеме. Капитальные вложения в данный проект составили 10,38 тыс. долл. США/га (по курсу валют на начало строительства 01.08.2013 г.).

Технико-экономический расчет применения орошения при производстве овощной продукции представлен в табл. 4.

Как видно из представленного расчета, орошение овощных культур в современных условиях является прибыльным мероприятием. К тому же полив способствует не только увеличению урожая, но также значительно улучшает качество продукции.

Таблица 4 – Расчет эффективности орошения овощных культур в условиях Гомельской обл. (закупочные цены 2018 г.)

Культура	Прибавка от орошения, ц/га	Закупочная цена, руб./ц	Годовой доход от прибавки урожая, руб./га	Затраты на орошение, руб./га		Прибыль, руб./га
				орошение (эл. энергия, з/п, уборка и др.)	амортизация	
Капуста средне-поздних и поздних сортов	165	40	6600	530	1660	4410
Морковь столовая	118	41	4838	470	1660	2708
Свекла столовая	134	35	4690	470	1660	2560
Лук	90	55	4950	450	1660	2840
Картофель	70	33	2310	490	1660	160

Примечание. Прибавки урожайности капусты, моркови и свеклы приняты по табл. 2, а лука и картофеля – согласно основным показателям КСУП «Комбинат Восток» за 2016-2017 гг. Процент амортизационных отчислений – 7,8%, исходя из нормативных сроков службы поливного, гидромеханического и другого оборудования.

Дождевание или капельный полив

Следует отметить, что полив сельскохозяйственных культур путем дождевания для Беларуси – дело не новое и в настоящее время является основным способом орошения. По нему накоплен достаточный научный и практический опыт. Однако в последние годы внимание все чаще обращают на капельный полив.

Капельное орошение принципиально отличается от дождевания. При капельном поливе вода подается непосредственно в зону расположения корней растений, что позволяет поддерживать влажность почвы на оптимальном для культуры уровне в течение всего периода вегетации. Одной из главных положительных характеристик капельного орошения является возможность более эффективного использования воды. Основной недостаток данного способа – значительные первоначальные капитальные вложения, а также дороговизна водорастворимых удобрений для капельного оборудования. Следует также учитывать, что капельный полив больше подходит для культур, которым вредна высокая влажность воздуха: томатов, баклажанов, перца сладкого, кабачков, картофеля и др.

Задумываясь о выборе конструкции системы орошения (дождевание или капельный полив), важно, прежде всего, оценить плюсы

и минусы каждого способа применительно к конкретным условиям. В табл. 5 представлены их основные преимущества и недостатки.

В итоге выбор системы полива зависит исключительно от ее экономической эффективности.

Следует отметить, что самая низкая себестоимость растениеводства и наиболее высокая рентабельность возделывания овощной продукции может быть получена на варианте без орошения. Однако при этом чистая прибыль всегда будет ниже. Поэтому при выборе направлений интенсификации производства овощной продукции показатели себестоимости и рентабельности служат только в качестве вспомогательных [3].

Для окончательного вывода о приемлемости рассматриваемого направления интенсификации необходимо знать размер ожидаемой чистой прибыли и объективно оценивать возможности хозяйства осуществлять все выплаты, необходимые для получения этой прибыли. Чтобы не ошибиться в принятии столь серьезного решения, как выбор способа орошения и конструкции оросительной системы, каждый руководитель аграрного проекта должен иметь максимально детализированные экономические расчеты.

Таблица 5 – Преимущества и недостатки способов орошения

№ п/п	Преимущества	Недостатки
Дождевание		
1.	Применимо на полях со сложной топографией	Предполагает дополнительные затраты на энергию
2.	Подходит для полива большинства культур	Приводит к потерям воды на границах участка
3.	Обеспечивает экономное использование воды, высокая эффективность полива	Вызывает неравномерность распределения воды в поле при ветре
4.	Обеспечивает широкую механизацию всех сельхозработ, их выполнение в сжатые сроки	Создает проблемы уплотнения верхнего слоя почвы, связанного с образованием корки на поверхности почвы, и повышенный сток
5.	Предполагает широкий диапазон выбора размера сопла дождевателей, что облегчает проектирование и регулировку интенсивности полива	Требует высоких начальных капиталовложений
6.	Дает возможность точного измерения расхода воды на участке	Усложняет проведение сельхозработ на орошаемом участке
7.	Увеличивает коэффициент земельного использования	
8.	Характеризуется высокой мобильностью систем орошения	
9.	Подходит ко всем вспомогательным поливам	
10.	Подходит для промывки солей в почве	
11.	Предоставляет возможность достижения более равномерного распределения воды в поле по сравнению с поверхностным поливом	
Капельный полив		
1.	Обеспечивает более высокую урожайность, экономию поливной воды	Предполагает высокие капиталовложения на приобретение капельных систем орошения
2.	Уменьшает потери влаги за счет испарения, т. к. поверхность увлажняемого участка меньше, чем при дождевании или поверхностном орошении	Высокая стоимость водорастворимых удобрений
3.	Не требует тщательной планировки поливного участка, предотвращает поверхностный сток даже в сложных топографических условиях	Проблематичен для орошения молодых деревьев (посадок) в засушливых районах с песчаными почвами и сильными ветрами
4.	Дает возможность проведения сельхозработ во время орошения (в садах, виноградниках и др.)	Не приемлем для вспомогательных технических поливов
5.	Ветер не влияет на распределение влаги	Не пригоден как противозаморозковое орошение
6.	Обеспечивает подачу удобрений непосредственно в корнеобитаемый слой	
7.	Нет периферийной потери воды	
8.	При достаточных осадках или засолении не представляет проблем	
9.	Дает возможность полива малыми поливными нормами	
10.	Количество сорняков меньше, чем при других способах орошения	

Заключение

При наблюдающейся тенденции повышения засушливости климата в Республике Беларусь возрастает интерес к орошению при возделывании овощных культур. Применение дождевания обеспечивает прибавку урожая овощных культур в среднем на 20–40 %, что при существующих ценах на них является весьма выгодным мероприятием.

В последние годы внимание все чаще обращается и на капельный полив. Выбор между дождеванием и капельным поливом принадлежит исключительно хозяйствам. Наиболее эффективным будет тот способ, для которого получено максимальное значение прибыли.

Библиографический список

1. Указания. Регулирование водно-воздушного режима почв на осушительно-увлажнительных системах при выращивании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям : РД-33 : введ. 04.12.1987. – Минск : БелНИИ мелиорации и водного хозяйства, 1987 г. – 75 с.
2. Лихацевич, А. П. Оценка роста дефицита водного баланса для овощных культур в условиях Беларуси / А. П. Лихацевич, Г. В. Латушкина // Достижения современной науки – сельскохозяйственному производству : материалы Всероссийской научно-практической конф., 28–29 мая 2013 г. – Великий Новгород : ГНУ Новгородский НИИСХ. – 2013. – С. 122-125.
3. Лихацевич, А. П. Экономическая оценка способов орошения сельскохозяйственных культур / А. П. Лихацевич // Аграрная экономика. – 2016. – № 4 (251). – С. 31-38.

Поступила 01.12.2019

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И РАСТЕНИЕВОДСТВО

УДК 633.31/.37:631.5:631.445.12

О ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ МНОГОЛЕТНИХ БОБОВЫХ ТРАВ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ ПРИ ПОЖНИВНОМ ПОСЕВЕ

А. С. Мееровский, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

В. Н. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук

О. С. Грушевич, младший научный сотрудник

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

Аннотация

Рассматривается принципиальная возможность возделывания многолетних бобовых трав на осушенных торфяных почвах при пожнивном посеве. В Беларуси сложились благоприятные предпосылки (изменение климата, улучшение агрохимических свойств почв, расширение видового и сортового состава многолетних бобовых трав) для проведения беспокровного сева трав после уборки зерновых культур. Излагаются результаты наблюдений за ростом и развитием многолетних бобовых трав при пожнивном посеве, их состояние после зимовки, урожайность в первом году пользования. Выявлены риски нарушения их развития трав, причины и факторы, их обуславливающие.

Ключевые слова: многолетние травы, торфяные почвы, пожнивный посев, урожайность.

Abstract

**A. S. Meerovskiy, V. N. Filippov, O. S. Grushevich
ON THE POSSIBILITY OF CULTIVATION OF
PERENNIAL BEAN GRASSES ON PEAT SOILS
UNDER CROP**

The fundamental possibility of cultivating perennial bean grasses on drained peat soils with crop sowing is considered. Favorable preconditions have developed in Belarus (climate change, improving the agrochemical properties of soils, expanding the species and varietal composition of perennial leguminous grasses) for carrying out seedless grass sowing after harvesting grain crops. The results of observations of the growth and development of perennial leguminous plants during crop-sowing, their state after wintering, and yield in the first year of use are described. The risks of violation of their grass development, the causes and factors that determine them are identified.

Key words: perennial grasses, peat soils, crop sowing, productivity.

Введение

В Беларуси в составе сельскохозяйственных земель используется около 1,1 млн га осушенных торфяных почв, характеризующихся различной мощностью торфа, содержанием и запасами органического вещества, агрохимическими показателями, водным режимом. Поскольку после 1990 г. нового мелиоративного строительства не велось, минимальный срок их эксплуатации – почти 30 лет. Многолетними исследованиями [1–5], проведенными

в Беларуси, России, Украине, а также во многих странах Европы для сохранения продуктивного долголетия торфяных почв установлена целесообразность создания и культивирования высокопродуктивных травяных агроценозов, выполняющих важную функцию обеспечения животноводства травяными кормами и в наибольшей степени по сравнению с однолетними полевыми культурами предотвращающих сработку органического вещества торфа.

Приоритетность многолетних трав для торфяных почв закреплена Законом Республики Беларусь «О мелиорации земель», принятом в 2008 г. В современных условиях крайне существенно, чтобы многолетние травостои на торфяных почвах включали бобовые компоненты. Это не только позволяет получить полностью сбалансированные по белку травяные корма, но и дает возможность включить в систему питания растений не менее 100 кг/га фиксированного клубеньковыми бактериями азота атмосферы. Практика сельскохозяйственного использования торфяных почв Беларуси свидетельствует что травосеяние не стало основным направлением растениеводства на этих землях, а многолетние бобовые травы не получили должного распространения.

Выделяют следующие причины низких темпов возделывания многолетних бобовых трав на торфяных почвах:

- неблагоприятный температурный режим большей части осушенных органогенных почв;
- высокая вероятность заморозков в течение всего вегетационного периода;
- избыток минерального азота в почве, препятствующего развитию клубеньков корневой системы и фиксации биологического азота;
- при посеве многолетних трав под покров зерновых или однолетних трав формируется их мощная надземная масса, которая тормозит рост и развитие бобовых, а при полегании покровных культур происходит изреживание трав до полной гибели;
- при уборке покровных культур, особенно в дождливую погоду, используемая техника повреждает молодые травы, в результате образуются «плешины», которые затем зарастают малоценной в кормовом отношении растительностью;
- подсев многолетних трав под зерновые культуры допускается при их урожайности не более 30–35 ц/га. В Беларуси большая часть хозяйств получает урожай зерновых выше этого уровня и для них данная технология возделывания трав неприемлема;
- не все используемые в настоящее время средства защиты зерновых от сорняков, вредителей и болезней совместимы с многолетними бобовыми травами.

Принципиальная возможность и эффективность возделывания многолетних бобовых

трав на торфяных почвах в Беларуси установлена еще в середине XX в. [6]. Она подтверждена исследованиями в ряде регионов России [3, 7]. Таким образом, потребность в травяных кормах на предприятиях, располагающих торфяными почвами, очевидна, возможность возделывания многолетних бобовых трав на этих землях доказана научными исследованиями, однако производство практически не воспринимает данное направление. Напрашивается необходимость в изменении условий выращивания трав и корректировки технологии. Как показывает анализ, предпосылки к этому имеются.

Прежде всего, существенно изменились торфяные почвы. Результаты их картографирования в масштабе 1:10 000, выполненного в 2005–2015 гг., свидетельствуют, что в Беларуси более 300 тыс. га торфяных почв имеют содержание органического вещества менее 50 %. По ряду агрономически важных показателей они отличаются не только от неосушенных, но и используемых в первые годы после осушения [2, 8]. Более благоприятными стали агрохимические свойства: средневзвешенная величина pH в KCl – 5,6; содержание подвижных P_2O_5 и K_2O – соответственно 351 и 385 мг/кг (по Кирсанову); за редким исключением не фиксируется избыток минерального азота, в структуре которого преобладает $N-NO_3$.

В период после 2000 г. прослеживаются признаки аридизации климата, проявившиеся в увеличении сумм активных температур (более 10° С), улучшении отношения осадков к сумме температур воздуха за период активной вегетации растений, увеличении периода вегетации осенью.

Ведется активная работа по расширению состава возделываемых культур. Для торфяных почв это имеет особое значение, т. к. ранее для многих они считались непригодными. С 2019 г. для сельского хозяйства Республики Беларусь может быть использовано 11 видов многолетних бобовых трав, зарегистрированных в Государственном реестре сортов. Все они прошли экспериментальную проверку возделывания на торфяных почвах. В результате определены сильные и слабые стороны каждой культуры, выявлен их агробиологический потенциал. Всего в Реестре – 89 сортов многолетних бобовых трав, их них 33 (37 %) – белорусской селекции.

Объекты и методы исследований

Цель работы состояла в том, чтобы вместо принятого способа подсева многолетних бобовых трав под покров зерновых и однолетних трав выявить возможность их сева после уборки зерновых культур, оценить их устойчивость и продуктивность, скорректировать технологические приемы возделывания.

Исследования проводились на осушенных торфяных почвах, характеризующихся различной продолжительностью сельскохозяйственного использования (ОАО «Парохонское» Пинского р-на Брестской обл. – 40 лет, бывшая Минская опытная болотная станция, г. Минск – 95 лет). Содержание органического вещества в почвах – 45–70 %, рН в КСl – 5,0–5,5, обеспеченность подвижными P_2O_5 и K_2O – средняя.

Результаты исследований и их обсуждение

Продуктивное долголетие трав во многом зависит от формирования травостоя первого года жизни. В условиях Беларуси особое значение имеет первая зимовка растений. Для многолетних бобовых трав необходимо, чтобы до завершения вегетации они сформировали настоящие тройчатые листья. При этом решающую роль играет температурный фактор. Для определения диапазона благоприятного температурного режима для прорастания семян многолетних бобовых трав проведено их проращивание при температурах 20, 10 и 6 °С. Энергию прорастания определяли на 6–7-й день, лабораторную всхожесть – на 10–14-й день. Установлено, что при снижении температуры с 20 до 10 °С энергия прорастания семян различных видов бобовых трав существенно отличается. Минимальное снижение энергии прорастания наблюдалось у клеверов лугового и гибридного – 6,5–7,5 %, наибольшее – у чины многолетней – 78 %. При температуре 6 °С энергия прорастания семян бобовых трав, за исключением клевера лугового, низкая – от 2 до 5%. По результатам определения всхожести семян бобовых трав в указанном диапазоне температур целесообразно при осеннем посеве увеличить норму высева на 10–15 %.

Количество всходов и выживаемость растений определяли через 30 дней после посева

Исследовались культуры: клевер луговой сорта Витебчанин, клевер гибридный сорта Красавик, люцерна посевная сорта Будучыня, чина многолетняя сорта Купава. В данной статье приведены материалы по клеверу луговому и люцерне посевной.

Схема полевых опытов предусматривала:

1) летний беспокровный посев после вико-овса на зеленый корм;

2) беспокровный посев после зерновых – 5 августа, 20 августа, 5 сентября.

Минеральные удобрения перед посевом – $P_{40}K_{90}$.

Учетная площадь делянки – 50 м², повторность четырехкратная.

и перед уходом в зиму путем подсчета растений на постоянных участках площадью 0,25 м² в четырехкратной повторности. Аналогично оценивалась перезимовка трав перед уходом в зиму и спустя 2 недели после начала вегетации весной.

Результаты мониторинга развития наиболее распространенных в Беларуси многолетних бобовых трав клевера лугового и люцерны посевной в зимний период 2016–2017 гг. иллюстрирует табл. 1.

Как видно, при пожнивном посеве даже в условиях крайне низких температур в октябре – ноябре 2016 г. и весной 2017 г. травы первого года жизни, посеянные до 20 августа, удовлетворительно перезимовали и обеспечили формирование полноценного первого укоса.

После проведения первого укоса травы подкормили калийными удобрениями из расчета K_{60} на гектар. Условия увлажнения и температуры благоприятствовали формированию второго укоса. Во втором укосе урожайность клевера лугового и люцерны посевной выравнивается (табл. 2).

Состояние многолетних бобовых трав при пожнивном посеве на старопашотных торфяных почвах в центральной части Беларуси иллюстрируют рис. 1–2.

Таблица 1 – Влияние сроков сева на развитие многолетних бобовых трав

Культуры	Сроки сева	Количество побегов на 1 м ²				Урожайность первого укоса, ц/га зеленой массы
		через 30 дней после посева	перед уходом в зиму	через 3 недели после начала весеннего отрастания	перед первым укосом	
Клевер луговой	Летний после вико-овса на зеленую массу (15 июля)	215	263	335	508	297
	После зерновых: 5 августа	174	212	265	409	235
	20 августа	153	153	202	307	188
Люцерна посевная	Летний после вико-овса на зеленую массу (15 июля)	155	210	265	440	255
	После зерновых: 5 августа	148	177	213	352	197
	20 августа	125	125	170	221	120

Таблица 2 – Сроки сева и урожайность многолетних бобовых трав второго года жизни при пожнивном посеве

Культура	Сроки сева	Количество побегов на 1 м ² перед вторым укосом	Урожайность, ц/га			
			Зеленая масса		Сухое вещество	
			Второй укос	Сумма 1-го и 2-го укосов	Второй укос	Сумма 1-го и 2-го укосов
Клевер луговой	Летний после вико-овса на зеленую массу	559	257	554	50,1	115,5
	После зерновых: 5 августа	491	212	447	48,8	93,5
	20 августа	430	195	383	44,9	80,6
Люцерна посевная	Летний после вико-овса на зеленую массу	528	229	484	50,4	96,3
	После зерновых: 5 августа	422	190	387	41,8	77,3
	20 августа	331	177	297	38,9	60,5

Исследования возделывания многолетних бобовых трав при пожнивном посеве на торфяных почвах, проведенные в 2016–2019 гг., показали, что этот способ возможен в условиях Беларуси. Его реализация в производстве требует четкой организации работ, т. к. оптимальные сроки сева ограничены. Посев трав в сентябре сопряжен с риском резкого понижения

температур в осенний период и недостаточного развития трав перед уходом в зиму. В наших опытах это вело к потере первого укоса, в дальнейшем травостой восстанавливался и мог эксплуатироваться. Однако исключать вероятность гибели трав при неблагоприятной зимовке, видимо, нельзя.



Рисунок 1 – Клевер луговой 2-го года жизни, 2 июля 2018 г. (срок сева – 10 августа)



Рисунок 2 – Клевер луговой 2-го года жизни, 2 июля 2018 г. (срок сева – 20 августа)

Выводы

Установлена возможность и перспективность пожнивных посевов многолетних бобовых трав на осушенных торфяных почвах Беларуси.

Наиболее эффективным вариантом является посев клевера лугового и люцерны посевной после уборки вико-овсяной смеси на зеленую массу (летний посев во второй декаде июля), который обеспечивал на второй год

жизни трав выход зеленой массы на уровне 554 ц/га (115,5 ц/га сухого вещества) и 484 ц/га (96,3 ц/га сухого вещества) соответственно.

Посев трав в первой декаде августа после уборки зерновых также обеспечивал высокую жизнеспособность клевера и люцерны, которые на второй год жизни формировали 447 ц/га и 387 ц/га зеленой массы.

Библиографический список

1. Скоропанов, С. Г. Расширенное воспроизводство плодородия торфяных почв / С. Г. Скоропанов, В. С. Брезгунов, Н. В. Окулик – Минск : Наука и техника, 1987. – 245 с.
2. Использование и охрана торфяных комплексов в Беларуси и Польше / В. И. Белковский [и др.]. – Минск : Хата, 2002. – 280 с.
3. Косолапов, В. М. Кормопроизводство на торфяных почвах России / В. М. Косолапов, А. А. Зотов, А. Н. Уланов. – М., 2009. – 858 с.
4. Трускавецкий, Р. С. Торфяные почвы и торфяники Украины / Р. С. Трускавецкий // Харьков : К.П. «Міська друкарня», 2010. – 278 с.
5. Эколого-экономическое обоснование мелиорации торфяно-болотных комплексов и технологии их рационального использования / под общей ред. проф. Ю. А. Мажайского. – Рязань : ФГБОУ ВПО РГТУ, 2012. – 302 с.
6. Даніловіч, А. Ф. Культура канюшыны на тарфяна-балотных глебах / А. Ф. Даніловіч. – Мінск : Дзяржаўнае выдавецтва БССР, 1957. – 98 с.
7. Зотов, А. А. Бобовые и бобово-злаковые агрофитоценозы на торфяных почвах / А. А. Зотов, Х. Х. Шельменкина // Рациональное использование торфяных месторождений : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию основания Кировской лугоболотной опытной станции. – Киров, 2008. – С. 149-161.
8. Семененко, Н. Н. Торфяно-болотные почвы Полесья: трансформация и пути эффективного использования / Н. Н. Семененко. – Минск : Беларуская навука, 2015. – 282 с.

Поступила 10.12.2019

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ НА КАЧЕСТВО ЗЕЛеной МАССЫ КЛЕВЕРА

С. Н. Михальчук, магистр биологических наук

Н. В. Михальчук, кандидат биологических наук

А. Н. Ажгиревич, кандидат биологических наук

Л. Н. Иовик, кандидат сельскохозяйственных наук

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

Аннотация

В статье приведены результаты исследований влияния известкования с использованием доломитовой муки, дефеката, мелиоранта на основе карбидной извести на качество зеленой массы клевера на среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почве. Установлено, что известкование среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы с использованием различных видов известковых мелиорантов способствовало получению зеленой массы клевера высокого качества, соответствующего зоотехническим требованиям заготовки зеленых кормов.

Ключевые слова: доломитовая мука, дефекат, мелиорант на основе карбидной извести, зеленая масса клевера, дерново-подзолистая супесчаная почва.

Abstract

S. Mikhalchuk, N. Mikhalchuk, A. Ashgirevich, L. Iovik

INFLUENCE OF VARIOUS FORMS OF LIMY AMELIORANTS ON QUALITY OF GREEN MATERIAL OF CLOVER

The article presents the results of studies of the effect of liming with the use of dolomite powder, defecate and ameliorant based on carbide lime on the quality of green mass of clover on sour sod-podzolic sandy loam soil. It has been established that the liming of medium-acid sod-podzolic sandy loam soil using various types of ameliorants contributed to obtaining high-quality green clover that meets the livestock requirements of green forages.

Key words: dolomite powder, defecate, ameliorant based on carbide lime, green material of clover, sod-podzolic sandy loam soil.

Введение

Длительное использование почв без достаточного возврата питательных элементов и без устранения подкисления снижает величину pH_{KCl} за год в среднем на 0,02–0,05 ед. [1]. Компенсации естественных потерь кальция и восстановлению оптимального уровня кислотности способствует известкование.

Наиболее распространенным известковым мелиорантом является доломитовая мука, однако комплексная высокая стоимость известкования 1 га заставляет аграриев искать другие пути решения проблемы повышенной кислотности почв [2]. В этой связи одним из приемов удешевления известкования кислых

почв служит использование местных известковых содержащих материалов, таких как отходы промышленности: дефекат (отход сахарного производства) и карбидная известь. Мелиорант на основе карбидной извести представляет собой обезвоженный и подсушенный до состояния муки отход производства ацетилена ООО «ДельтаГаз» (Брестский р-н).

Известкование как средство улучшения кислых почв особенно актуально при интенсивном ведении сельского хозяйства. Большинство сельскохозяйственных культур положительно реагируют на известкование сильно- и среднекислых дерново-подзоли-

Исследования проведены в рамках ГПНИ «Природопользование и экология» (подпрограмма 1 «Природные ресурсы и экологическая безопасность», задание 1.11 «Комплексная оценка агроэкологических рисков в условиях Полесского региона и научное обоснование способов получения новых известковых мелиорантов и органических удобрений из производственных отходов»).

стых почв и дают высокие прибавки урожая. Наиболее отзывчивы на известкование ячмень, озимая пшеница, сахарная свекла, кормовые корнеплоды и многолетние травы [3].

Основу кормопроизводства белорусских сельскохозяйственных организаций составляют многолетние травы. В условиях Беларуси наиболее продуктивным многолетником является клевер луговой. Его выращивают как в чистом виде, так и в смеси со злаковыми многолетними травами и используют на зеленый корм, сенаж, сенную муку и для выпаса скота.

Бобовые имеют бóльшую чувствительность к кислотности пахотного горизонта. Это объясняется тем, что на кислых почвах в ре-

зультате сильного ослабления деятельности клубеньковых бактерий происходит нарушение азотного питания. Клевер, в частности, на кислых почвах плохо усваивает фосфор и наименее устойчив к различным болезням. В РБ клевер луговой размещают в севооборотах на суглинистых и супесчаных, слабокислых или близких к нейтральным почвам с достаточно высоким уровнем плодородия. Наибольшую урожайность зеленой массы он формирует на почвах с pH 5,5–6,0.

Цель исследований – установить влияние различных доз и видов известковых мелиорантов на поступление элементов питания и качество зеленой массы клевера лугового.

Методика и объекты исследования

Многолетний стационарный полевой опыт заложен в 2016 г. в звене севооборота кукуруза (сорт Mateus FAO 190) – яровой ячмень с подсевом клевера (клевер 1 г.п.) – клевер 2 г.п. на дерново-подзолистой временно избыточно увлажненной супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,53 м рыхлым песком (ОАО «Чернавчицы», Брестский р-н). Агрохимическая характеристика пахотного слоя: $pH_{\text{ккл}}$ 4,5–4,9, содержание подвижного фосфора – 254–411 мг/кг, калия – 300–399 мг/кг, обменного кальция – 605–699 мг/кг, обменного магния – 307–360 мг/кг, гумуса – 2,0–2,4 %.

В 2016 г. при возделывании кукурузы на зеленую массу схемой опыта предусматривался контроль (без применения удобрений и мелиорантов) и фон – с внесением 50,0 т/га органических удобрений (ил очистных сооружений Брестского филиала ГП «Белаэронавигация»). В 2017 г. в качестве фона вносили минеральные удобрения $N_{60}P_{60}K_{60}$. В 2018 г. фоном выступали фосфорно-калийные удобрения в дозах $P_{40}K_{60}$. Повторность в опыте – 4-кратная. Общая площадь опытной делянки – 30 м², учетная – 20 м².

Результаты исследований и их обсуждение

В результате проведенных исследований установлено, что последствие известкования оказывает положительное влияние на качество зеленой массы клевера лугового как первого укоса, так и второго (табл. 1).

В опыте использованы следующие виды известковых мелиорантов в дозах 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 по гидролитической кислотности почвы:

- доломитовая мука (производства ОАО «Доломит») влажностью 1 % с содержанием фосфора 0,03 %, калия – 0,13, кальция – 35 (в пересчете на $CaCO_3$ – 95,0 %), магния – 21,0 %;

- дефека (фильтрационный осадок производства ОАО «Жабинковский сахарный завод») влажностью 14 % с содержанием органического вещества 12,9 %, азота – 0,52, фосфора – 0,68, калия – 0,77, кальция – 39,2 % (в пересчете на $CaCO_3$ – 70,0 %);

- мелиорант на основе карбидной извести (производства ООО «ДельтаГаз») влажностью 8 % с содержанием калия 0,40 %, кальция – 60,98 (в пересчете на $CaCO_3$ – 108,8 %), магния – 0,13 %.

Уборку клевера осуществляли в 2018 г.: первый укос проведен в третьей декаде мая в фазу в фазу ветвления – бутонизации, второй укос – в первой декаде августа в фазе полного цветения. Высота скашивания – не ниже 8–10 см. Отбор растительных образцов для анализа осуществляли с площади 0,25 м² в 4-х местах делянки.

В результате сложившихся погодных условий в 2018 г. в опыте получен относительно высокий уровень клетчатки второго укоса клевера. Клетчатка необходима животным для нормального процесса пищеварения. Оптимальное

содержание ее в рационе для крупного рогатого скота составляет 22–27 %, минимальное – 14, максимальное – 30 %. Это зависит, в первую очередь, от фазы вегетации и климатических условий [4]. В наших исследованиях по анализу первого укоса клевера наиболее близким к оптимальному значению клетчатки оказался результат применения средних

доз мелиоранта на основе карбидной извести (рис. 1).

Также средние дозы мелиоранта на основе карбидной извести 6,1 т/га (1,5 Нг) показали и наибольшую прибавку к урожайности – 46 ц/га. В целом урожайность зеленой массы клевера в первом укосе при применении мелиорантов составляет 184–217 ц/га.

Таблица 1 – Качество зеленой массы клевера при применении различных вариантов известковых материалов (по результатам анализа двух укосов)

Качественные показатели	Контроль	Фон (P ₄₀ K ₆₀)	Известковые материалы		
			Доломитовая мука	Дефекат	Мелиорант на основе карбидной извести
Сухое вещество, %	22,60	22,50	24,18	25,38	25,39
Сырой протеин, %	17,95	19,25	18,86	18,84	19,32
Сырая клетчатка, %	20,3* 29,6**	18,5* 27,2**	18,1* 30,9**	18,2* 28,7**	19,40* 27,1**
Перевариваемая клетчатка, г/кг	27,3* 37,7**	26,0* 32,75**	25,1* 43,55**	25,9* 43,74**	27,6* 40,93**
Перевариваемый протеин, г/кг	29,9	32,03	33,67	35,40	36,38
Обменная энергия, МДЖ/кг	10,5	10,9	10,6	10,9	10,9
Кормовые единицы, кг	0,90	0,97	0,93	0,95	0,96

Примечание. * – первый укос, ** – второй укос.

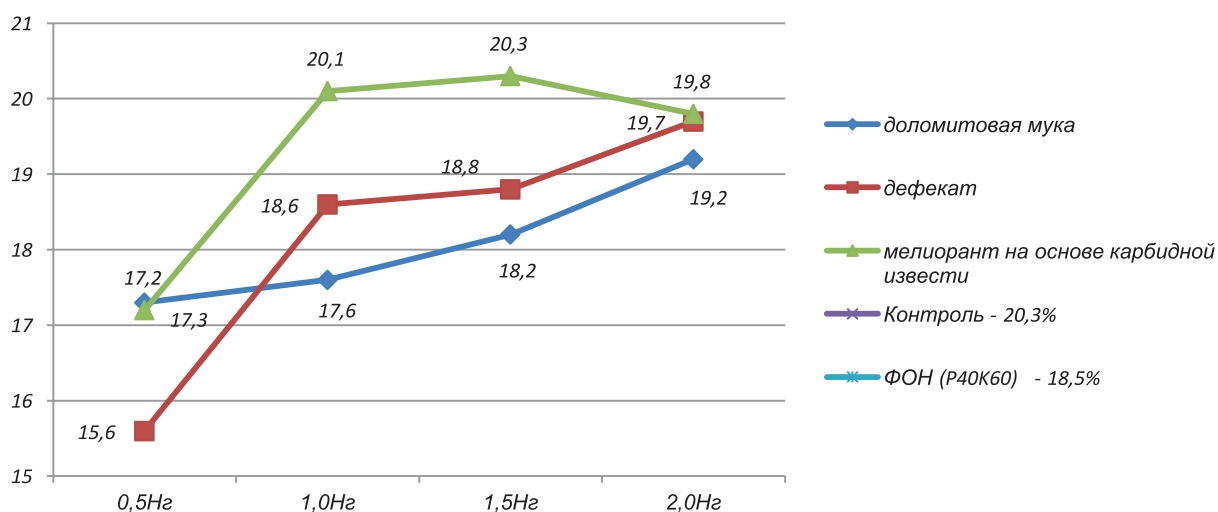


Рисунок 1 – Содержание сырой клетчатки (%) в первом укосе клевера

Анализ второго укоса клевера показал существенное увеличение содержания клетчатки при применении всех мелиорантов (рис. 2). Различные их дозы оказывали разное влияние, но в целом значения были близки к максимальным – 30 %, а в некоторых случаях с использованием доломитовой муки (1,0 Нг и 2,0 Нг) превышали рекомендуемый максимум. Избыточное содержание клетчатки снижает переваримость и использование других питательных веществ. Для коров оптимальное количество сырой клетчатки в сухом веществе рациона должно составлять 17–22 %. Снижение клетчатки ниже 16 % сопровождается нарушением процессов пищеварения, изменением соотношений ЛЖК и уменьшением жира в молоке [5].

Такое различие по клетчатке в двух укосах объясняется погодными условиями и фазами вегетации клевера. По данным Т. Ф. Персиковой наименьшее количество клетчатки содержится в растениях клевера в фазе ветвления – бутонизации [6]. В наших исследованиях это первый укос. В фазе полного цветения (2-й укос) количество клетчатки (а также кальция) увеличивается. Кроме того, существенное влияние на эти показатели оказали июльские дожди в 2018 г., что способствовало увеличению зеленой массы клевера, а следовательно, и клетчатки.

Увеличение производства продуктов животноводства находится в прямой зависимости, прежде всего, от обеспеченности скота кормами, богатыми белком. Согласно межгосударственному стандарту ГОСТ 27978-88 «Корма зеленые. Технические условия» содержание протеина в сеяных бобовых многолетниках должно быть на уровне не ниже 17 % [7]. При выращивании клевера в условиях последствия известковых мелиорантов наблюдалось увеличение протеинового содержания зеленой массы в опытных вариантах. По сравнению с контрольным участком прибавка в разных вариантах опыта изменялась от 1,62 до 2,25 % сырого протеина по результатам анализа 1-го укоса (рис. 3).

Во втором укосе наблюдалось снижение содержания протеина (контроль – 18,76 %) во всех вариантах с доломитовой мукой. При этом внесение стартовой дозы доломитовой муки 2,3 т/га (0,5 Нг) позволило получить наибольшую урожайность зеленой массы клевера – 282 ц/га.

В случае с максимальной дозой дефектата (2,0 Нг = 11,4 т/га) зеленая масса клевера имела 15,13 % сырого протеина. При этом применение 6,1 т/га мелиоранта на основе карбидной извести увеличило содержание протеина в зеленой массе клевера до 20,22 % (рис. 4).

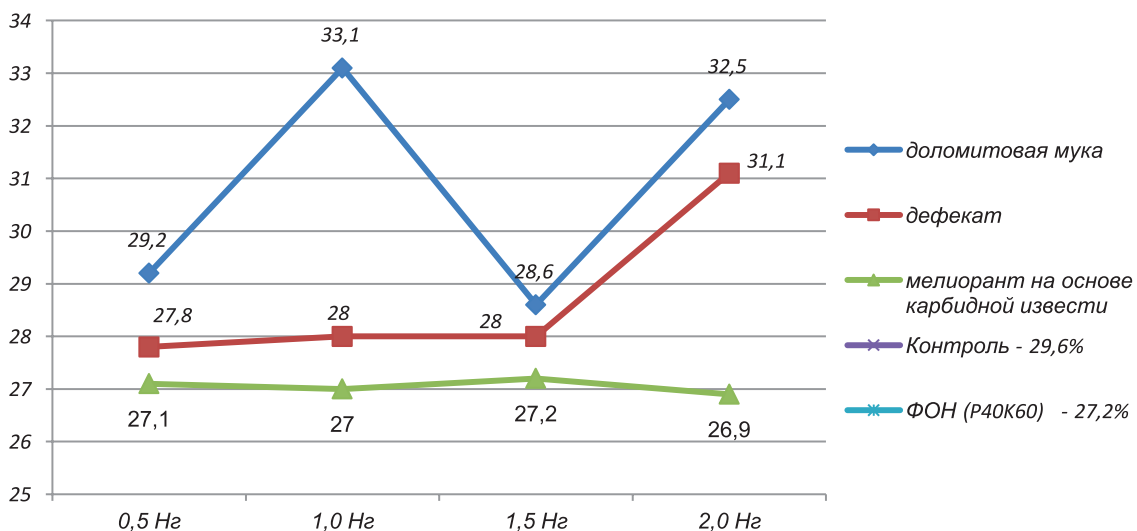


Рисунок 2 – Содержание сырой клетчатки (%) во втором укосе клевера

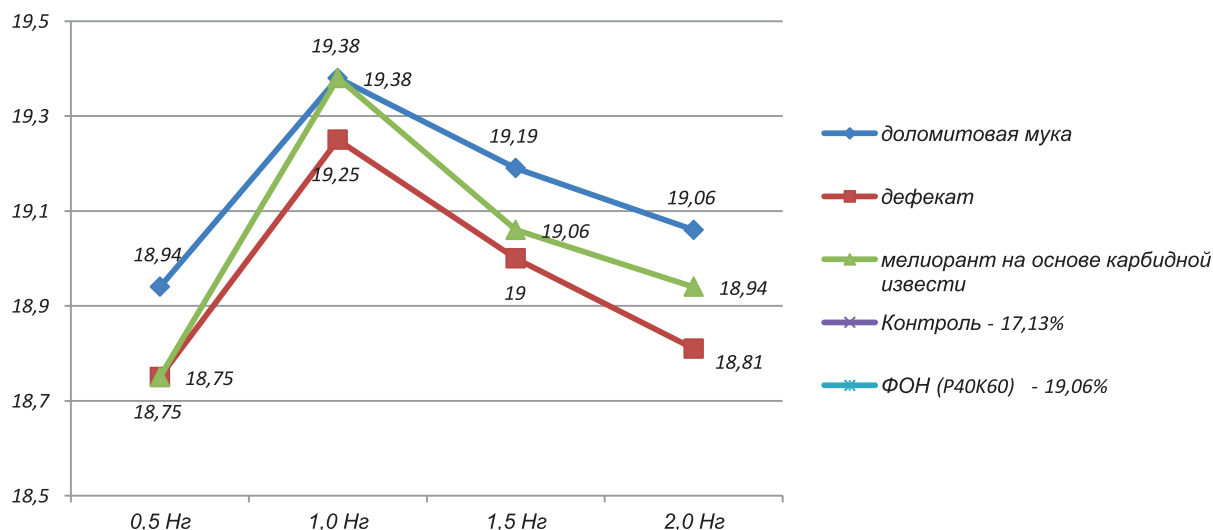


Рисунок 3 – Содержание сырого протеина (%) в первом укосе клевера

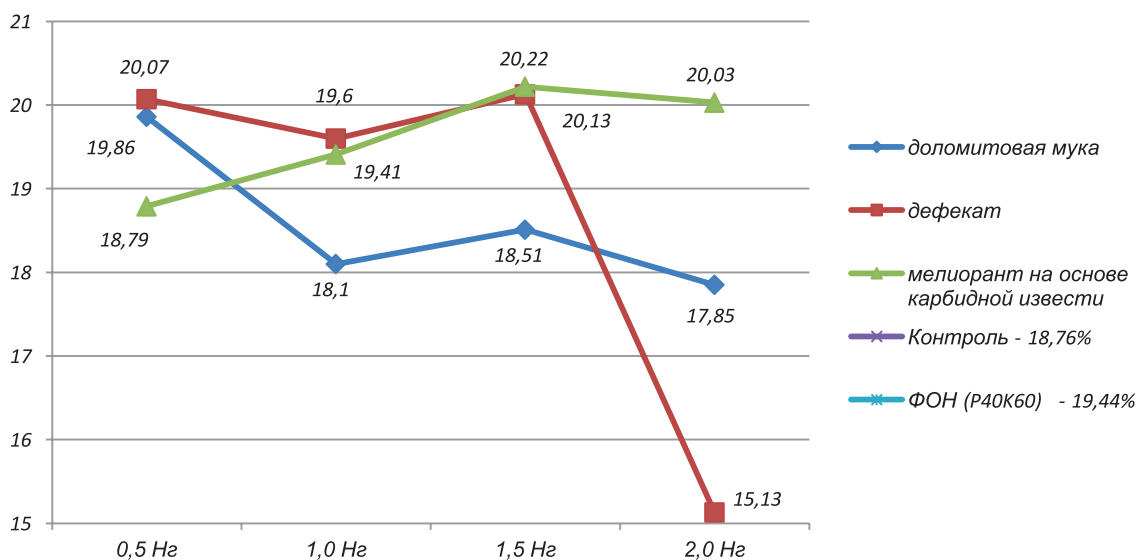


Рисунок 4 – Содержание сырого протеина (%) во втором укосе клевера

Обеспеченность кормов фосфором является одним из факторов, определяющих полноценность питания животных, т. к. он принимает активное участие в процессах обмена веществ и энергии в организме. Считается, что содержание фосфора в кормах должно составлять не менее 0,46 % P [8]. В наших исследованиях содержание P_2O_5 в клевере первого укоса колебалось от 0,62 в варианте с внесением минимальной дозы доломитовой муки (2,3 т/га) до 0,73 % на участке с максимальной дозой дефектата (11,4 т/га). Во втором укосе отмечалось увеличение содержания фосфора,

которое достигало максимального значения в опыте с 2,0 Нг мелиоранта на основе карбидной извести – 0,96 % P_2O_5 (0,42 P). В целом во втором укосе наблюдалось существенное увеличение фосфорного и кальциевого содержания клевера (табл. 3).

Высока потребность животных и в кальции. Содержание кальция в сухом веществе корма должно составлять 0,5–0,7 % (0,70–0,98 % CaO) [9]. В наших опытах его содержание изменялось в пределах от 1,61 до 1,83 % CaO (табл. 2).

Во втором укосе клевера (табл. 3) значения доходили до 2,27 % в опыте с последствием

мелиоранта на основе карбидной извести. Однако варианты с последствием дефекта показали более высокие результаты (2,24–2,32 %).

Некоторые исследователи считают соотношение фосфора и кальция в корме более важным показателем его качества, чем абсолютное содержание указанных элементов [8, 10]. В случае значительного преобладания фосфора над кальцием происходит обеднение костных тканей животных последним.

Наилучшее усвоение кальция и фосфора животными происходит при соотношении P:Ca от 0,5–0,8 до 1,0 [10].

В клевере, полученном в наших опытах, соотношение P:Ca колеблется от 0,37 до 0,40 на вариантах с максимальными дозами дефекта (11,4 т/га). В опыте с максимальной дозой мелиоранта на основе карбидной извести во втором укосе клевера соотношение P:Ca составляет 0,42 (табл. 3). Это значение наиболее близко к рекомендуемым соотношениям P:Ca.

Таблица 2 – Содержание питательных элементов в зеленой массе клевера лугового 1-го укоса (в расчете на сух. в-во), %

Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Контроль (без удобрений и мелиорантов)	2,74	0,30	3,05	1,59	0,23
P ₄₀ K ₆₀	3,05	0,57	3,34	1,62	0,25
Последствие доломитовой муки 2,3 т/га (0,5 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,03	0,62	3,36	1,68	0,30
Последствие доломитовой муки 4,6 т/га (1,0 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,10	0,64	3,39	1,73	0,33
Последствие доломитовой муки 6,9 т/га (1,5 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,07	0,64	3,43	1,82	0,35
Последствие доломитовой муки 9,2 т/га (2,0 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,05	0,66	3,53	1,87	0,36
Последствие дефекта 2,9 т/га (0,5 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,00	0,69	3,33	1,62	0,25
Последствие дефекта 5,7 т/га (1,0 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,08	0,71	3,36	1,66	0,25
Последствие дефекта 8,6 т/га (1,5 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,04	0,73	3,41	1,75	0,25
Последствие дефекта 11,4 т/га (2,0 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,01	0,73	3,51	1,82	0,27
Последствие мелиоранта на основе карбидной извести 2,0 т/га (0,5 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,00	0,66	3,35	1,61	0,25
Последствие мелиоранта на основе карбидной извести 4,0 т/га (1,0 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,10	0,66	3,36	1,68	0,27
Последствие мелиоранта на основе карбидной извести 6,1 т/га (1,5 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,05	0,69	3,45	1,78	0,27
Последствие мелиоранта на основе карбидной извести 8,1 т/га (2,0 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,03	0,71	3,52	1,83	0,28
НСР ₀₅	0,30	0,06	0,34	0,17	0,03

Таблица 3 – Содержание питательных элементов
в зеленой массе клевера лугового 2-го укоса (в расчете на сух. в-во), %

Вариант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Контроль (без удобрений и мелиорантов)	3,00	0,87	3,39	2,00	0,37
P ₄₀ K ₆₀	3,11	0,89	3,77	2,17	0,38
Последствие доломитовой муки 2,3 т/га (0,5 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,18	0,78	3,63	2,03	0,38
Последствие доломитовой муки 4,6 т/га (1,0 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,06	0,82	3,73	2,02	0,39
Последствие доломитовой муки 6,9 т/га (1,5 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	2,96	0,85	3,42	2,16	0,42
Последствие доломитовой муки 9,2 т/га (2,0 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	2,86	0,89	3,45	2,24	0,42
Последствие дефеката 2,9 т/га (0,5 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,21	0,85	3,48	2,20	0,33
Последствие дефеката 5,7 т/га (1,0 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,14	0,85	3,58	2,24	0,33
Последствие дефеката 8,6 т/га (1,5 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	3,22	0,87	3,59	2,24	0,36
Последствие дефеката 11,4 т/га (2,0 Нг) + P ₄₀ K ₆₀	2,98	0,82	3,44	2,32	0,35
Последствие мелиоранта на основе карбидной извести 2,0 т/га (0,5 Нг) + P40K60	3,01	0,85	3,49	1,97	0,35
Последствие мелиоранта на основе карбидной извести 4,0 т/га (1,0 Нг) + P40K60	3,11	0,89	3,43	2,13	0,34
Последствие мелиоранта на основе карбидной извести 6,1 т/га (1,5 Нг) + P40K60	3,24	0,94	3,38	2,14	0,33
Последствие мелиоранта на основе карбидной извести 8,1 т/га (2,0 Нг) + P40K60	3,21	0,96	3,63	2,27	0,35
НСР ₀₅	0,31	0,09	0,35	0,22	0,04

По результатам анализа на содержание общего азота в клевере первого укоса все испытываемые мелиоранты в равной степени способствуют его накоплению. Прибавка к контролю при этом колеблется от 0,26 в стартовых дозах дефеката и карбидной извести до 0,36 % в опыте с дозами 1,0 Нг доломитовой муки и мелиоранта на основе карбидной извести.

Анализ второго укоса клевера показал, что использование дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести в равной степени способствовало накоплению азота. Напротив, последствие доломитовой муки существенно снизило содержание азота и сырого протеина по отношению к фону.

Максимальные дозы доломитовой муки и дефеката (2,0 Нг), а также стартовая доза мелиоранта на основе карбидной извести (0,5 Нг) уменьшили содержание азота ниже уровня контрольного варианта (3,00 %). Наиболее положительное влияние на накопление азота оказала средняя доза мелиоранта на основе карбидной извести – 1,5 Нг (6,1 т/га) – 3,24 % азота. В целом заметно увеличение азотного содержимого клевера во втором укосе. Интересно, что на участках с доломитовой мукой содержание азота (а соответственно, и сырого протеина) в клевере в первом укосе занимает лидирующую позицию по отношению к другим мелиорантам, а во втором укосе клевера – ровно наоборот.

Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что последствие известкования оказывает положительное влияние на качество зеленой массы клевера лугового как первого, так и второго укоса.

Учитывая чувствительность клевера лугового (особенно молодых растений) к кислотности почвы, полные дозы мелиорантов рекомендуется вносить под предшествующую или покровную культуру [11].

В наших исследованиях все мелиоранты способствовали получению зеленой массы клевера с содержанием сырой клетчатки и сырого протеина, соответствующими стандартам, предъявляемым для заготовки зеленых кормов. Только максимальная доза дефеката (11,4 т/га) снизила сырой протеин ниже требований к зеленым кормам – 15,13 % в ис-

пытуемом образце против 17 % по ГОСТ 27978-88 «Корма зеленые. Технические условия».

Применение максимальной дозы мелиоранта на основе карбидной извести 8,1 т/га (2,0 Нг) положительным образом отразилось на накоплении азота, фосфора и кальция. Последствие дефеката увеличило содержание кальция до 2,32 % против 2,00 % на контроле. Доломитовая мука положительно повлияла на накопление магния – от 0,36 % в первом укосе до 0,42 % во втором укосе против 0,30 % на контрольных участках.

В целом по сбору кормовых единиц и обменной энергии клевер луговой, выращенный в условиях последствия мелиорантов на дерново-подзолистой временно избыточно увлажненной супесчаной почве, соответствует требованиям для заготовки зеленых кормов.

Библиографический список

1. Звягинцев, Д. Г. Биология почв: учебник / Д. Г. Звягинцев, И. Л. Бабьева, Г. М. Зенова ; МГУ. – Изд. 3-е, испр. и доп. – М. : МГУ, 2005. – 445 с.
2. Карпеня, Г. М. Состояние кислотности почв и их известкование / Г. М. Карпеня // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 21. – С. 40-46.
3. Минеев, В. Г. Агрохимия, биология и экология почвы : монография / В. Г. Минеев, Е. Х. Ремпе. – М. : Росагропромиздат, 1990. – 206 с.
4. Буряков, Н. П. Актуальные проблемы в кормлении высокопродуктивного молочного скота: презентация / Н. П. Буряков. – М. : РГАУ-МСХА им. Тимирязева, 2011. – 182 слайда.
5. Богданов, Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных : учебник / Г. А. Богданов. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : Агропромиздат, 1990. – 624 с.
6. Персикова, Т. Ф. Продуктивность бобовых культур при локальном внесении удобрений : монография / Т. Ф. Персикова. – Горки : БГСХА, 2002. – 202 с.
7. Корма зеленые. Технические условия : ГОСТ 27978–88. – Введ. 1989-05-01. – М. : Изд-во стандартов, 2014. – 12 с.
8. Макарецев, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных: учеб. для вузов // Н. Г. Макарецев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Калуга : Ноосфера, 2012. – 642 с.
9. Попов, И. С. Кормление сельскохозяйственных животных : учебник / И. С. Попов. – Изд. 9-е, перераб. – М. : Сельхозгиз, 1957. – 472 с. – (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. учеб. заведений).
10. Влияние удобрений на баланс элементов в почве, растениях и организме животных : обзор литературы / Министерство с. х. СССР, Всесоюзный ин-т НТИ по с. х. ; сост. М.Ф. Пушкарев. – М. : ВИНТСХА, 1969. – 84 с.
11. Репьев, С. И. Бобовые культуры и их роль в производстве растительного белка / С. И. Репьев, А. В. Бухтеева. – Л. : Ленингр. орг. о-ва «Знание» РСФСР, 1985. – 32 с. – (В помощь лектору).

Поступила 28.10.2019

ВЛИЯНИЕ МИКРОУДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ И КАЧЕСТВО БОБОВО-ЗЛАКОВОГО ТРАВСТОЯ НА ТОРФЯНОЙ ПОЧВЕ

А. Н. Зеленая¹, младший научный сотрудник

А. Л. Бирюкович², ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

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

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию»
г. Жодино, Беларусь

Аннотация

На торфяной почве изучали действие на бобово-злаковый травостой микроудобрений в форме нанопрепаратов, хелатных соединений и солей металлов. В первый год «ЭлеГум-Медь», «ЭлеГум-Марганец» и серноокислый марганец увеличили число побегов злаков на 76,3–119,5 %. После внесения «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe», «ЭлеГум-Медь» и «ЭлеГум-Марганец» количество стеблей клевера ползучего возросло на 33,8–42,6 %. На второй год внесение «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe», «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se», «ЭлеГум-Медь», «ЭлеГум-Марганец», серноокислой меди увеличило количество побегов злаков и бобовых. Внесение серноокислого марганца также увеличивало число стеблей клевера ползучего. Урожайность сухой массы бобово-злакового травостоя первого года жизни от применения «ЭлеГум-Медь» повышалась на 17,4, серноокислого марганца – на 34,1 %. На второй год жизни трав внесение микроудобрений увеличивало их урожайность от «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe», «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se», «ЭлеГум-Медь», «ЭлеГум-Марганец» на 19,2–26,5 %. Содержание сырого протеина в злаковом компоненте составило 16,0–16,5, в бобовом – 17,0–17,2 %.

Ключевые слова: урожайность, бобово-злаковый травостой, Наноплант, ЭлеГум-Медь, ЭлеГум-Марганец, медный купорос, сульфат марганца, сульфат кобальта, микроудобрения, торфяная почва, обменная энергия, кормовые единицы, сырой протеин.

Abstract

A. N. Zelenaya, A. L. Biryukovich

INFLUENCE OF MICROFERTILIZERS ON YIELD AND QUALITY OF CEREAL-LEGUME GRASS MIXTURES ON PEAT SOIL

On peat soil, the effect of micronutrient fertilizers in the form of nanopreparations, chelate compounds, and salts of metal on the leguminous-grass herbage was studied. In the first year, Elegum-Copper, Elegum-Manganese and manganese sulfate increased the number of shoots of pasture ryegrass by 76.3–119.5 %. The number of creeping stalks increased after the application of Nanoplant – Co, Mn, Cu, Fe, Elegum-Copper and Elegum-Manganese by 33.8–42.6 %. In the second year, the introduction of Nanoplant – Co, Mn, Cu, Fe, Nanoplant – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se, Elegum-Copper, Elegum-Manganese, copper sulfate increased the number of shoots of cereals and legumes. The introduction of manganese sulfate also increased the number of stalks of creeping clover. The yield of dry mass of leguminous-grass stand of the first year of life from the application of Elegum-Copper increased by 17.4 %, and manganese sulfate – by 34.1 %. In the second year of grass life, the application of micronutrient fertilizers increased their productivity from Nanoplant – Co, Mn, Cu, Fe, Nanoplant – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se, Elegum-Copper, Elegum-Manganese 19.2–26.5 %. The crude protein content in the cereal component was 16.0–16.5%, in the bean – 17.0–17.2 %.

Key words: productivity, legume-grass sward, Nanoplant, Elegum-Coper, Elegum-Manganese, coper sulfate, manganese sulfate, cobalt sulfate, microfertilizers, peat soil, metabolic energy, feed units, crude protein.

Введение

Проблема обеспечения сельскохозяйственных животных белком может быть решена наиболее экономически и физиологически целесообразно за счет использования протеина растительного происхождения, который должен составлять в рационах животных 90 % и более.

Включение в рацион молочных коров зеленой массы бобово-злаковых травосмесей способствует не только росту молочной продуктивности, но и повышает качество молока за счет увеличения содержания в нем жира и белка [1]. По данным инвентаризации МСХП

РБ, бобово-злаковые травостои на пашне и лугах занимают более 300 тыс. га; ежегодно их создают около 20 тыс. га.

Для закладки белоклеверо-райграсовых пастбищ наиболее пригодны суглинистые, супесчаные на суглинках, а также участки с хорошо разложившимся низинным торфом [2]. Внесение микроудобрений в виде нанопланта на мелиорированной дерново-глеевой почве увеличило урожайность сухой массы злаковых травостоев в зависимости от дозы азотных удобрений на 6,4–8,8 %, тогда как на бобово-злаковых травостоях прибавки не отмечено [3]. По данным Г. И. Лашкевича, на торфяных почвах внесение микроэлементов особенно эффективно на многолетних злаковых травах. Так, на Минской болотной станции урожайность семян тимофеевки луговой, бекмании обыкновенной и овсяницы красной после внесения меди в виде пиритного огарка увеличилась на 12,0–15,6 %, а поедание травы скотом на делянках, удобренных медью, достигло

Методика проведения исследований

Опыт заложен в 2018 г. на мелиорированной торфяной почве (г. Минск, РУП «Институт мелиорации»).

Содержание подвижных форм микроэлементов (согласно градации РУП «Институт почвоведения и агрохимии»): Cu – 13,06 мг/кг (избыточное), Zn – 25,75 мг/кг (высокое), Mn – 110,88 мг/кг (среднее), Fe – 13224,17 мг/кг (высокое), Co – 0,28 мг/кг (низкое), Cr – следы.

Объект исследований – травостой из райграса пастбищного, 8 кг/га + овсяницы красной, 7 кг/га + клевера ползучего, 3 кг/га.

Способ посева – рядовой. Предшественник – многолетние травы.

Обработка почвы: дискование (БДТ-2,6), прикатывание гладким водоналивным катком до и после посева, посев (СН-16) с нормой 10 кг/га.

В 1-й год жизни (г. ж.) трав весной вносили $N_{30}P_{40}K_{90}$. Борьба с сорняками – химпрополка гербицидом балерина, 0,6 кг/га, и подкашивание травостоя. Повторность – трехкратная. Общая площадь делянки – 25 м², учетная – 12,5 м², размещение делянок систематическое.

В фазу кущения (1-я декада августа) ранцевым опрыскивателем внесли микроэлементы: «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe» (0,1 л/га); «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se»

97,4 % [4]. Торфяные почвы характеризуются значительной вариабельностью распределения микроэлементов, что определяется совокупностью геолого-геохимических условий, прежде всего ботаническим составом, различной степенью разложения, зольностью, реакцией среды, а также хозяйственной деятельностью человека. Установлено заметное влияние почвообразовательного процесса на накопление валовых и подвижных форм микроэлементов в торфяных почвах. Так, для низинных торфяных почв характерна преимущественно высокая обеспеченность бором, средняя и высокая – марганцем, низкая – медью, кобальтом, цинком и молибденом [5].

В настоящее время в Республике Беларусь используются микроудобрения в виде солей металлов, хелатных соединений и нанопрепаратов.

Цель исследований – сравнить действие разных форм микроудобрений на бобово-злаковый травостой.

(0,1 л/га); «ЭлеГум-Медь» (1,0 л/га); «ЭлеГум-Марганец» (1,0 л/га); медный купорос ($CuSO_4 \times 5H_2O$), 0,20 кг/га; сернокислый марганец ($MnSO_4 \times 5H_2O$), 0,219 кг/га; сульфат кобальта ($CoSO_4 \times 7H_2O$), 0,20 кг/га. Норма рабочего раствора – 250 л/га воды. Все препараты включены в Государственный реестр средств защиты растений и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь. Во 2-й г. ж. $N_{30}P_{40}K_{90}$ и микроудобрения внесли весной, а перед 2-м и 3-м укосами внесли по N_{30} и микроудобрения в перечисленных дозах. В 1-й г. ж. трав проведен один укос, а во 2-й – три.

Начало вегетационного периода 2018 г. было засушливым, а вторая половина вегетации характеризовалась неравномерным выпадением осадков, но в целом была более благоприятной, чем первая: ГТК (гидротермический коэффициент) июля – 2,2; августа – 1,2.

В 2019 г. формирование 1-го укоса проходило в засушливых условиях. Острозасушливым оказался июнь, когда среднемесячная температура воздуха была на 3,9 °C выше нормы, а осадков выпало на 34,4 мм меньше нормы.

Результаты исследований

Количество злаков в бобово-злаковом травостое 1-го г. ж. составило 85,2 % (81,7–88,5 %) от общего числа побегов агрофитоценоза. Внесение микроудобрений изменяло количество побегов компонентов травостоя 1-го г. ж. по-разному. Так, применение «ЭлеГум-Медь», «ЭлеГум-Марганец» и сернокислого марганца достоверно увеличивало число побегов злаков (табл. 1). Количество стеблей клевера ползучего возросло после обработки травостоя «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe», «ЭлеГум-Медь» и «ЭлеГум-Марганец».

На 2-й г. ж. внесение микроудобрений перед 1-м укосом достоверно увеличивало количество побегов злакового компонента во всех вариантах, кроме марганца сернокислого и сульфата кобальта (табл. 2). Применение микроудобрений под урожай 2-го укоса не изменяло число побегов злаковых видов. После внесения микроудобрений перед 3-м укосом число побегов злаков увеличилось во всех вариантах. В целом за вегетацию злаковые травы сформировали максимальную густоту побегов при внесении обоих видов нанопланта.

Таблица 1 – Влияние микроудобрений на количество побегов травостоя 1-го г. ж., шт./м²

Удобрение	Злаковый компонент			Бобовый компонент			Сумма побегов, шт./м ²
	шт./м ²	± к контролю		шт./м ²	± к контролю		
		шт./м ²	%		шт./м ²	%	
P ₃₀ K ₉₀ N ₃₀ + H ₂ O – фон (контроль)	1173	–	–	263	–	–	1436
Фон + «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe»	1653	480	40,9	375	112	42,6	2028
Фон + «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se»	1647	474	40,4	301	38	14,4	1948
Фон + «ЭлеГум-Медь»	2187	1014	86,4	361	98	37,3	2548
Фон + «ЭлеГум-Марганец»	2575	1402	119,5	352	89	33,8	2927
Фон + CuSO ₄ × 5H ₂ O	1568	395	33,7	268	5	1,9	1836
Фон + MnSO ₄ × 5H ₂ O	2068	895	76,3	269	6	2,3	2337
Фон + CoSO ₄ × 7H ₂ O	1643	470	40,1	271	8	3,0	1914
HCP ₀₅ , шт./м ²	534,7			29,6			

Таблица 2 – Влияние удобрений на количество побегов травостоя 2-го г. ж., шт./м²

Удобрение	Злаковый компонент			± к контролю, %	Клевер ползучий			± к контролю, %
	1-й укос	2-й укос	3-й укос		1-й укос	2-й укос	3-й укос	
P ₃₀ K ₉₀ N ₉₀ + H ₂ O – фон (контроль)	962	668	526	–	89	132	103	–
Фон + «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe»	1467	772	784	40,3	100	177	185	42,6
Фон + «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se»	1452	735	787	38,0	181	196	210	81,2
Фон + «ЭлеГум-Медь»	1317	741	781	31,8	143	173	191	56,5
Фон + «ЭлеГум-Марганец»	1400	745	771	35,3	132	196	192	60,5
Фон + CuSO ₄ × 5H ₂ O	1243	659	710	21,2	157	140	128	31,2
Фон + MnSO ₄ × 5H ₂ O	1040	637	676	9,2	177	167	165	57,1
Фон + CoSO ₄ × 7H ₂ O	1102	654	690	13,5	81	131	154	13,0
HCP ₀₅ , шт./м ²	140,5	67,9	55,1	–	43,0	17,2	17,6	–

Таблица 3 – Ботанический состав бобово-злакового травостоя, %

Удобрение	1-й г. ж. трав						2-й г. ж. жизни трав					
	1-й укос			1-й укос			2-й укос			3-й укос		
	Злаки	Бобовые	Разнотравье	Злаки	Бобовые	Разнотравье	Злаки	Бобовые	Разнотравье	Злаки	Бобовые	Разнотравье
$P_{30}K_{90}N_{90} + H_2O$ – фон	70,1	24,8	5,1	67,6	29,3	3,1	59,4	39,8	0,8	66,1	30,8	3,1
Фон + «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe»	55,9	39,5	4,6	58,2	40,4	1,4	52,9	46,6	0,5	66,3	32,6	1,1
Фон + «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se»	57,9	37,6	4,5	58,0	40,7	1,3	50,1	49,2	0,7	63,5	35,0	1,5
Фон + «ЭлеГум-Медь»	57,7	37,6	4,7	60,2	37,7	2,1	51,4	47,4	1,2	63,4	35,1	1,5
Фон + «ЭлеГум-Марганец»	51,9	43,7	4,4	58,5	39,4	2,1	49,0	50,0	1,0	63,5	35,0	1,5
Фон + $CuSO_4 \times 5H_2O$	60,8	34,2	5,0	58,7	38,3	3,0	51,5	47,1	1,4	64,7	33,1	2,2
Фон + $MnSO_4 \times 5H_2O$	66,4	29,6	4,0	61,7	35,7	2,6	51,1	47,6	1,3	65,8	32,0	2,2
Фон + $CoSO_4 \times 7H_2O$	64,9	28,2	6,9	62,1	35,2	2,7	51,1	47,4	1,5	66,9	30,8	2,3

Весной количество стеблей клевера ползучего увеличивалось при внесении «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se», солей меди и марганца, «ЭлеГум-Медь» и «ЭлеГум-Марганец». Во 2-м и 3-м укосах количество стеблей клевера ползучего возрастало во всех вариантах. В целом за сезон максимальное увеличение количества стеблей клевера ползучего во 2-й г. ж. сформировалось при внесении «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se».

Анализ ботанического состава травостоя показал, что в 1-й г. ж. применение микроэлементов в виде наноудобрений, хелатов и медного купороса увеличило долю клевера ползучего на 9,4–18,9 п. п. (процентных пунктов) (см. табл. 3). Еще более высокую его долю в урожае травостоя (43,7 %) обеспечил «ЭлеГум-Марганец». Внесение сульфата марганца и кобальта практически ее не изменило. Во 2-й г. ж. применение микроудобрений весной увеличило долю клевера на 5,9–11,4 п. п.; во 2-м укосе – на 6,8–10,2 п. п., в 3-м – ее не изменили. В среднем за вегетацию доля клевера ползучего в урожае 2-го г. ж. травостоя от внесения микроудобрений практически не изменилась и составила 33,3 % на контроле и 37,8–41,6 % по вариантам (увеличение на 4,5–8,2 п. п.).

В 1-й г. ж. урожайность бобово-злакового травостоя увеличивалась при внесении «ЭлеГум-Медь» и сульфата марганца (табл. 4) на 17,4 и 34,1 % соответственно. Необходимо отметить, что «ЭлеГум-Марганец» снижал урожайность сухой массы травостоя на 21,0 %.

На 2-й г. ж. более высокую прибавку урожайности бобово-злакового травостоя к контролю обеспечили внесение «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe» (она составила 24,2 %), «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se» (прибавка 22,0 %), сульфат кобальта (20,9 %) (табл. 5). Во 2-м укосе применение «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe», «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se», «ЭлеГум-Медь», «ЭлеГум-Марганец» обеспечило прибавку урожайности сухой массы 19,8 %, 25,6, 28,9 и 20,5 % соответственно. В 3-м укосе внесение микроудобрений увеличило ее на 12,1–32,0 %. При этом большая прибавка урожайности

(31,3 и 32,0 %) получена при применении «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe» и «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se».

В сумме за вегетацию урожайность травостоя составила 81,8–103,5 ц/га (табл. 5). Большая ее прибавка (25,1 и 26,5%) получена при внесении «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe» и «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se». Значительная прибавка урожайности получена от «ЭлеГум-Медь», «ЭлеГум-Марганец» (20,5 и 19,2%).

По результатам анализов рассчитали содержание обменной энергии (ОЭ) в МДж/кг сухого вещества по формуле Аксельсона в модификации Н. Г. Григорьева и Н. П. Волкова: $OЭ = 0,73 \times ВЭ \times [1 - (сКл \times 1,05)]$, где ВЭ – валовая энергия. $ВЭ = сП \times 24 + сЖ \times 40 + сКл \times 20 + сБЭВ \times 17,5$, где сП, сЖ, сКл, сБЭВ – соответственно содержание сырых протеина, жира, клетчатки и БЭВ в 1 кг сухого вещества, кг. Содержание кормовых единиц в 1 кг сухого вещества находили по формуле К. ед. = $0,0081 \times OЭ^2$.

В злаковом компоненте травостоя 1-го г. ж. содержание сырого протеина было несколько выше в вариантах без внесения микроудобрений и при внесении сернистого марганца (табл. 6). На 2-й г. ж. оно также было несколько выше без применения микроудобрений и внесения марганца, но в хелатной форме. В среднем по вариантам содержание сырого протеина в 1-й г. ж. составило 16,5, во 2-й – 16,0 %. Содержание обменной энергии и кормовых единиц на 1-м и 2-м г. ж. было примерно одинаковым – 10,3–10,4 МДж и 0,9 к. ед. в 1 кг сухой массы.

В бобовом компоненте содержание обменной энергии и кормовых единиц на 1-м и 2-м г. ж. было примерно одинаковым – 10,4–10,6 МДж и 0,9 к. ед. в 1 кг сухой массы. Содержание сырого протеина в клевере в среднем по вариантам в 1-й г. ж. составило 17,2, во 2-й – 17,0 % (табл. 7). В травостое 1-го г. ж. содержание сырого протеина в бобовом компоненте было несколько выше в вариантах без внесения микроудобрений и при внесении «ЭлеГум-Марганец»). На 2-й г. ж. оно несколько увеличивалось при использовании марганца в хелатной форме и «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se».

Таблица 4 – Урожайность бобово-злакового травостоя 1-го г. ж., ц/га сухой массы

Удобрение	Урожайность, ц/га	± Прибавка	
		ц/га	%
$P_{30}K_{90}N_{90} + H_2O$ – фон (контророль)	70,1	–	–
Фон + «Наноплант – Со, Мн, Си, Фе»	69,1	-1,0	-1,4
Фон + «Наноплант – Со, Мн, Си, Фе, Мо, Zn, Cr, Se»	69,8	-0,3	-0,4
Фон + «ЭлеГум-Медь»	82,3	12,2	17,4
Фон + «ЭлеГум-Марганец»	55,4	-14,7	-21,0
Фон + $CuSO_4 \times 5H_2O$	73,0	2,9	4,1
Фон + $MnSO_4 \times 5H_2O$	94,0	23,9	34,1
Фон + $CoSO_4 \times 7H_2O$	76,5	6,4	9,1

Таблица 5 – Урожайность бобово-злаковой травосмеси 2-го г. ж., ц/га сухой массы

Удобрение	Укос			Сумма	± Прибавка	
	1-й	2-й	3-й		ц/га	%
$P_{30}K_{90}N_{30+30+30} + H_2O$ (фон)	27,3	27,3	27,2	81,8	–	–
Фон + «Наноплант – Со, Мн, Си, Фе»	33,9	32,7	35,7	102,3	20,5	25,1
Фон + «Наноплант – Со, Мн, Си, Фе, Мо, Zn, Cr, Se»	33,3	34,3	35,9	103,5	21,7	26,5
Фон + «ЭлеГум-Медь»	31,0	35,2	32,4	98,6	16,8	20,5
Фон + «ЭлеГум-Марганец»	29,6	32,9	35,0	97,5	15,7	19,2
Фон + $CuSO_4 \times 5H_2O$	23,2	29,8	31,0	84,0	2,2	2,7
Фон + $MnSO_4 \times 5H_2O$	31,1	28,2	30,5	89,8	8,0	9,8
Фон + $CoSO_4 \times 7H_2O$	33,0	26,0	34,3	93,3	11,5	14,1

Таблица 6 – Показатели продуктивности злакового компонента в составе бобово-злакового травостоя (1 укос), в 1 кг сухой массы

Удобрение	1-й г. ж.			2-й г. ж.		
	ОЭ, МДж	К. ед.	СП, %	ОЭ, МДж	К. ед.	СП, %
$P_{30}K_{90}N_{90} + H_2O$ – фон	10,39	0,87	17,1	10,28	0,86	16,4
Фон + «Наноплант – Со, Мн, Си, Фе»	10,37	0,87	16,5	10,30	0,86	15,9
Фон + «Наноплант – Со, Мн, Си, Фе, Мо, Zn, Cr, Se»	10,42	0,88	16,7	10,44	0,88	16,2
Фон + «ЭлеГум-Медь»	10,30	0,86	17,0	10,29	0,86	16,2
Фон + «ЭлеГум-Марганец»	10,26	0,85	16,8	10,38	0,87	16,4
Фон + $CuSO_4 \times 5H_2O$	10,26	0,85	16,5	10,31	0,86	14,7
Фон + $MnSO_4 \times 5H_2O$	10,51	0,89	17,2	10,32	0,86	15,9
Фон + $CoSO_4 \times 7H_2O$	10,55	0,90	13,9	10,26	0,85	16,2

В заключение можно отметить следующее:
– в бобово-злаковом травостое 1-го г. ж. применение «ЭлеГум-Медь», «ЭлеГум-Марганец» и сернокислого марганца достоверно увеличивало число побегов злаков на 86,4 %, 119,5 и 76,3 %. Количество же стеблей клевера ползучего увеличивалось после обработки травостоя

«Наноплант – Со, Мн, Си, Фе», «ЭлеГум-Медь» и «ЭлеГум-Марганец» на 42,6 %, 37,3 и 33,8 % соответственно;

– на 2-й г. ж. травостоя внесение микроудобрений увеличивало количество побегов злакового компонента в вариантах «Наноплант – Со, Мн, Си, Фе» на 40,3%, «Наноплант – Со, Мн,

Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se» – 38,0, «ЭлеГум-Медь» – 31,8, «ЭлеГум-Марганец» – 35,3, сернокислая медь ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) – на 21,2 %. Внесение «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe», «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se», «ЭлеГум-Медь», «ЭлеГум-Марганец», сернокислой меди ($\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) и сернокислого марганца ($\text{MnSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) увеличивало число стеблей клевера ползучего на 42,6 %, 81,2; 56,5; 60,5; 31,4; 57,1 % соответственно. При этом число побегов злаков возросло только в 1-м и 3-м укосах, а ветвей клевера – во всех трех;

– урожайность сухой массы бобово-злакового травостоя 1-го г. ж. от внесения «ЭлеГум-Медь» повышалась на 17,4 %, а сернокислого марганца ($\text{MnSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$) – на 34,1 %.

На 2-й г. ж. трав их урожайность увеличивалась при использовании «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe», «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se», «ЭлеГум-Медь», «ЭлеГум-Марганец» на 25,1 %; 26,5; 20,5; 19,2 % соответственно;

– в 1-й г. ж. трав содержание сырого протеина в злаковом компоненте составило 16,5, во 2-й – 16,0 %. Содержание обменной энергии и кормовых единиц на 1-м и 2-м г. ж. было примерно одинаковым – 10,3–10,4 МДж и 0,9 к. ед. в 1 кг сухой массы. В бобовом компоненте содержание обменной энергии и кормовых единиц на 1-м и 2-м г. ж. составило 10,4–10,6 МДж и 0,9 к. ед. в 1 кг сухой массы, а сырого протеина – 17,2 и 17,0 % соответственно.

Таблица 7 – Показатели продуктивности бобового компонента в составе бобово-злакового травостоя (1-й укос), в 1 кг сухой массы

Удобрение	1-й г. ж.			2-й г. ж.		
	ОЭ, МДж	К. ед.	СП, %	ОЭ, МДж	К. ед.	СП, %
$\text{P}_{30}\text{K}_{90}\text{N}_{90} + \text{H}_2\text{O}$ – фон	10,70	0,93	17,9	10,41	0,88	16,9
Фон + «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe»	10,61	0,91	16,6	10,43	0,88	16,6
Фон + «Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe, Mo, Zn, Cr, Se»	10,73	0,93	17,6	10,37	0,87	17,7
Фон + «ЭлеГум-Медь»	10,57	0,90	16,8	10,33	0,86	16,8
Фон + «ЭлеГум-Марганец»	10,58	0,91	17,7	10,38	0,87	17,7
Фон + $\text{CuSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$	10,61	0,91	16,3	10,30	0,86	16,3
Фон + $\text{MnSO}_4 \times 5\text{H}_2\text{O}$	10,46	0,89	17,2	10,48	0,89	17,2
Фон + $\text{CoSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$	10,80	0,94	17,1	10,29	0,86	16,7

Библиографический список

- Саханчук, А. И. Бобово-злаковые смеси второго года использования в кормлении коров / А. И. Саханчук, Е. Г. Кот, А. Л. Бирюкович // Научное обеспечение инновационного развития животноводства: сб. науч. тр. по материалам междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 24–25 окт. 2013 г. – Жодино : Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, 2013. – С. 318-320.
- Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур : сб. отраслевых регламентов / Нац. акад. наук Беларуси, Науч. практ. центр Нац. акад. наук Беларуси по земледелию ; рук. разработ.: Ф. И. Привалов [и др.]; под общ. ред. В. Г. Гусакова, Ф. И. Привалова. – Минск : Беларус. навука, 2012. – 469 с.
- Бирюкович, А. Л. Влияние микроудобрения «Наноплант» на урожайность многолетних трав / А. Л. Бирюкович, А. Н. Тузлаева // Мелиорация. – 2017. – № 1 (79). – С.45-48.
- Лашкевич, Г. И. Применение микроудобрений на торфяных почвах / Г. И. Лашкевич. – Минск: Гос. изд-во БССР, 1955. – 250 с.
- Мееровский, А. С. Оптимизация травостоев сенокосов и пастбищ / А. С. Мееровский, А. Л. Бирюкович. – Минск : Беларус. навука, 2009. – 231 с.

ВЛИЯНИЕ БИОСТИМУЛЯТОРОВ РОСТА И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПОСЕВОВ И СЕМЕННУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КЛЕВЕРА ГИБРИДНОГО

О. С. Грушевич, аспирант

А. С. Мееровский, доктор сельскохозяйственных наук

*РУП «Институт мелиорации,
г. Минск, Беларусь*

Аннотация

Представлены экспериментальные данные по влиянию биостимуляторов и микроэлементов на фотосинтетическую деятельность посевов и семенную продуктивность клевера гибридного, возделываемого на осушенных дерново-подзолистых глееватых почвах в северной части Беларуси. Приведены результаты наблюдений площади листьев, фотосинтетического потенциала, чистой продуктивности фотосинтеза на семенных посевах клевера гибридного, их взаимосвязь с изучаемыми биостимуляторами, урожайностью семян. Выявлены наиболее перспективные препараты.

Ключевые слова: клевер гибридный, некорневые подкормки, урожайность семян, площадь листовой поверхности, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза.

Abstract

O. S. Grushevich, A. S. Meerovskiy

INFLUENCE OF PLANT GROWTH BIOSTIMULANTS AND MICROELEMENTS ON PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF CROPS AND SEED PRODUCTIVITY OF HYBRID CLOVER

Experimental data on the influence of plant growth biostimulants and microelements on the photosynthetic activity of crops and seed productivity of hybrid clover cultivated on drained sod-podzolic gley soils in the northern part of Belarus are presented. The results of observations of leaf area, photosynthetic potential, net productivity of photosynthesis on seed crops of hybrid clover, their relationship with biostimulators under study, and seed yield are presented. The most promising biostimulants are identified.

Key words: hybrid clover, foliar top dressing, seed yield, leaf surface area, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity.

Введение

Сельское хозяйство Республики Беларусь специализируется на производстве продуктов животноводства, что требует не менее 10–11 млн т кормовых единиц травяных кормов. Эффективность экспортоориентированной отрасли лимитирует их дефицит, но в еще большей степени – несбалансированность по содержанию переваримого протеина. В решении данной проблемы особое значение имеют многолетние бобовые травы, их разнообразие, урожайность, устойчивость [1]. В составе культивируемых и адаптированных к почвенно-климатическим условиям многолетних бобовых трав – клевер гибридный (*Trifolium hybridum*). Однако низкий уровень семеноводства этой культуры, неустойчивость семенной продуктивности препятствует его распространению.

Современным направлением повышения урожайности и качества продукции растениеводства является внедрение в сельскохозяйственное производство энергосберегающих технологий с применением регуляторов роста [2–4]. Существенное влияние на рост и развитие растений, величину и качество урожая оказывают микроэлементы. Они улучшают обмен веществ в растениях, содействуют нормальному течению физиологических и биохимических процессов [5–7]. Биологизация земледелия, появление новых урожаеобразующих средств побудило к проведению исследований, направленных на достижение устойчивой урожайности семян клевера гибридного.

Методика исследований

Исследования проводились на семенных посевах клевера гибридного, районированного сорта Красавик, в северной части Беларуси (Витебская опытно-мелиоративная станция РУП «Институт мелиорации», Сенненский р-н) в 2018–2019 гг.

Почвы – осушенные дерново-подзолистые глееватые суглинистые, подстилаемые с глубины 0,5–0,6 м моренным суглинком; pH_{KCl} – 5,84–6,27, содержание гумуса – 2,33–2,81 %; подвижных P_2O_5 – 210–285 мг/кг; K_2O – 185–191 мг/кг по Кирсанову; MgO – 297–367 мг/кг; B – 0,65–0,67 мг/кг, Cu – 2,52–2,60 мг/кг; Zn – 2,71–3,70 мг/кг.

Использована агротехника, рекомендованная для Беларуси [8, 9], норма посева – 5,5 млн шт./га (5 кг/га), способ сева – рядовой без покрова. Повторность четырехкратная, размещение вариантов систематическое, учетная площадь делянок – 25 м².

В опыте для основного внесения в почву применяли стандартные удобрения (суперфосфат, хлористый калий) и в один из вариантов дополнительно вносили карбамид. В качестве некорневых подкормок в фазу бутонизации применяли следующие препараты:

– Ризофос-Trifol (200 мл/га) – микробный препарат на основе активных штаммов клубеньковых бактерий;

– Стимпо (20 мл/га) – стимулятор роста биологического происхождения, содержащий ненасыщенные кислоты, углеводы, аминокислоты, макро- и микроэлементы (Mn, K, Mg, Fe, Cu);

– Агропон С (20 мл/га) – препарат биологического происхождения, в состав которого входят олигосахариды, хитозан, свободные жирные кислоты, фитогормоны, аминокислоты, витамины, макро- и микроэлементы (Fe, Na, Cu, Mn, K, Zn, Mg, Ca);

– Наноплант (100 мл/га) – микроудобрение, в состав которого входят микроэлементы Co, Mn, Cu, Fe; действующее вещество – наночастицы соединений микроэлементов;

– Альбит (40 мл/га) – полифункциональный препарат биологического происхождения, в основе которого – гидролизованная биомасса почвенных бактерий *Bacillus megaterium* и *Pseudomonas aureofaciens*;

– Регоплант (50 мл/га) – стимулятор роста, сбалансированный композицией биологически активных соединений аминокислот, хитозана, аналогов фитогормонов, олигосахаридов, жирных кислот, хелатных и биогенных макро- и микроэлементов (Cu, Zn, S, Mo, Mg, B, Mn, K, Ca, Fe, N).

Начало вегетационного периода в 2018 г. характеризовалось повышенной температурой воздуха с превышением на 3,0–6,1 °C среднемноголетнего уровня. До конца вегетации оно сохранялось на уровне до 3,8 °C. Количество выпавших атмосферных осадков в фазу отрастания до полной бутонизации было ниже многолетних значений; в связи с этим влажность корнеобитаемого слоя почвы в опыте находилась на уровне 3,8–17,4 % от объема почвы. В начале цветения количество осадков в среднем превысило норму на 8,8 мм, влажность составила 5,5%, а к концу этой фазы – 17,1 %, что могло неблагоприятно сказаться на формировании семенной продуктивности клевера гибридного. К началу созревания в связи с избыточным количеством выпавших атмосферных осадков – 56,7 мм (на 24,7 мм выше среднемноголетней нормы), влажность почвы составила 21,5 % от ее объема.

В 2019 г. температура воздуха с апреля до конца июня превысила средние многолетние значения на 0,9–6,7 °C. Начиная с июля до первой декады августа она снизилась на 2,4–0,2 °C по сравнению со средним многолетним уровнем, к концу августа температура снова начала превышать этот уровень. В связи с тем, что сумма выпавших атмосферных осадков в апреле, к началу фазы отрастания, равнялась нулю, влажность корнеобитаемого слоя почвы в опыте составляла 8,2 % от ее объема. К концу отрастания количество осадков стало увеличиваться и превышать норму, влажность была в пределах 17,6–21,5 %. К моменту начала фазы бутонизации влажность почвы составляла 8,8 %, что объясняется снижением суммы осадков до 6,9–22,9 мм по сравнению со средним многолетним значением, вплоть до конца фазы. Начиная с цветения до конца созревания количество выпавших осадков на 18,1–45,6 мм превышало норму, влажность была в пределах 13,9–17,5 % от объема почвы.

Гидротермические условия вегетационных периодов 2018–2019 гг. (увлажненность почв и температурный режим) на территории проведения полевых опытов существенно

отличались от среднемноголетних и не способствовали оптимальному росту и развитию клевера гибридного, формированию и полноценному созреванию семян.

Результаты исследований и их обсуждение

Некорневая подкормка клевера гибридного привела к увеличению количества растений (кустов) и стеблей. Так, в 2018 г. внесение биостимуляторов роста Регоплант и Стимпо обеспечило максимальную прибавку количества растений на 8,7–21,7 %, количества стеблей – до 8,4 % (табл. 1). В 2019 г. максимальная густота растений на единице площади отмечена в вариантах с применением биостимулятора Агропон С и микроудобрения Наноплант – Со, Мп, Си, Фе. По сравнению с контролем количество растений увеличилось до 27 %, количество стеблей – до 10 %.

При внесении биостимуляторов роста в 2018 г. количество продуктивных стеблей и головок в вариантах с некорневой подкормкой Регоплант и Стимпо увеличивалось, но максимальное количество получено на фоне $P_{40}K_{60}$ (табл. 2). В этих вариантах по сравнению с контролем также увеличена масса 1000 семян и урожайность. Максимальная прибавка количества семян в головке (23,8 %), массы 1000 семян (22,5 %), урожайности семян (74,4 %) – получены при внесении биостимулятора Регоплант.

Некорневые обработки посева в 2019 году улучшали структуру урожая семенников. Внесение биостимуляторов роста Агропон С, Альбит и микроудобрения Наноплант – Со, Мп, Си, Фе максимально увеличивало количество продуктивных стеблей, количество головок, коли-

чество семян в головке и массу 1000 семян. Что касается урожайности семян, в этих вариантах прибавка по сравнению с контролем была максимальной в пределах 1,16–1,45 ц/га, по сравнению с фоном РК – 0,77–1,06 ц/га.

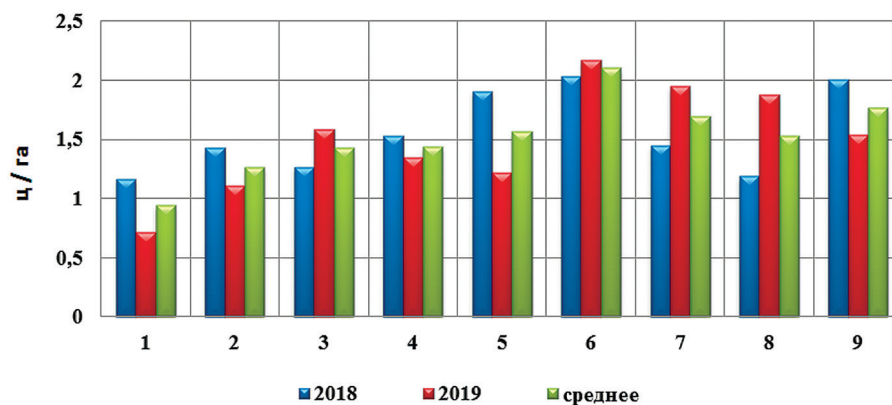
Исследования посева клевера гибридного в среднем за два года показали, что количество растений на 1 м² составило 47–56 шт., продуктивных побегов (стеблей) – 165–212 шт. Наибольшее количество продуктивных стеблей (212 шт./м²) сформировано в варианте при внесении только фосфорно-калийных удобрений. Высота растений перед уборкой в среднем за два года находилась в пределах 57,5–66,6 см. Некорневые подкормки оказывали положительное влияние на количество семян в 1 головке и посевные качества семян. Так, на контроле количество семян в головке составляло 45 шт., с внесением стимулятора роста Агропон С и микробного препарата Ризофос-Trifol их количество возросло на 31,1% и 42,2 % соответственно. Масса 1000 семян в вариантах с применением препаратов Альбит, Наноплант – Со, Мп, Си, Фе, Регоплант, Агропон С составила 0,80–0,90 г, что на 17,6–32,3 % больше контроля и на 3,9–16,9 % – варианта с фоном $P_{40}K_{60}$. Максимальная прибавка урожая семян на 1,16 ц/га получена в варианте с применением препарата Агропон С; на фоне внесения $P_{40}K_{60}$ прибавка составила 0,84 ц/га (рис. 1).

Таблица 1 – Густота травостоя клевера гибридного 2-го г. ж. в начале вегетации

Вариант	Количество растений, шт./м ²		Количество побегов (стеблей), шт./м ²	
	2018	2019	2018	2019
$N_0P_0K_0$ (контроль)	46	48	414	318
$P_{40}K_{60}$ – фон	50	56	398	312
$N_{30}P_{60}K_{90}$	45	54	369	296
Фон + Ризофос-Trifol	47	51	441	298
Фон + Стимпо	50	53	422	299
Фон + Агропон С	47	61	362	349
Фон + Наноплант	42	60	393	340
Фон + Альбит	48	59	368	295
Фон + Регоплант	56	56	449	268

Таблица 2 – Структура и урожайность семенного посева клевера гибридного

Вариант	Высота растений, см	Количество продукт. стеблей, шт./м ²	Количество головок, шт.	Количество семян в головке, шт./м ²	Масса 1000 семян, г	Урожайность семян, ц/га
2018						
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	66,0	138	322	63	0,71	1,17
P ₄₀ K ₆₀ – фон	71,1	200	448	70	0,78	1,43
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	66,5	180	360	55	0,77	1,27
Фон + Ризофос-Trifol	65,3	126	294	72	0,81	1,53
Фон + Стимпо	60,8	150	350	71	0,84	1,91
Фон + Агропон С	63,6	141	329	78	0,87	2,04
Фон + Наноплант	61,6	141	329	59	0,75	1,45
Фон + Альбит	57,0	144	288	57	0,76	1,19
Фон + Регоплант	64,6	168	450	64	0,85	2,01
НСП ₀₅ , ц/га						0,59
2019						
N ₀ P ₀ K ₀ (контроль)	59,0	192	480	27	0,65	0,72
P ₄₀ K ₆₀ – фон	62,4	224	504	33	0,76	1,11
N ₃₀ P ₆₀ K ₉₀	56,1	216	486	45	0,75	1,59
Фон + Ризофос-Trifol	50,9	204	408	45	0,58	1,35
Фон + Стимпо	57,0	212	318	41	0,71	1,22
Фон + Агропон С	57,5	244	549	49	0,92	2,17
Фон + Наноплант	61,5	240	540	48	0,84	1,95
Фон + Альбит	57,7	177	531	46	0,84	1,88
Фон + Регоплант	54,1	168	392	44	0,65	1,54
НСП ₀₅ , ц/га						0,74



1 – N₀P₀K₀ (контроль); 2 – P₄₀K₆₀ – фон; 3 – N₃₀P₆₀K₉₀; 4 – Фон + Ризофос-Trifol; 5 – Фон + Стимпо; 6 – Фон + Агропон С; 7 – Фон + Наноплант – Со, Мп, Си, Фе; 8 – Фон + Альбит; 9 – Фон + Регоплант

Рисунок 1 – Урожайность семян клевера гибридного в зависимости от влияния биостимуляторов роста и микроудобрений, 2018–2019 гг.

Некорневая подкормка стимулятором роста Регоплант и микроудобрением Наноплант – Со, Мп, Си, Фе повышало урожайность семян клевера гибридного на 87,4 и 78,9 % соответственно по сравнению с контролем, на 40,2 и 33,9 % – по сравнению с фоном $P_{40}K_{60}$.

Результаты прошлых исследований показали, что микроэлементы и стимуляторы роста играют важную роль в повышении интенсивности фотосинтеза и в целом продуктивности сельскохозяйственных растений [10, 11].

Наблюдения за листовой поверхностью клевера гибридного в течение первого и второго годов жизни выявили, что некорневая подкормка изучаемых препаратов оказала положительное влияние на формирование ассимиляционного аппарата (табл. 3).

Внесение биостимулятора роста Агропон С обеспечило максимальную прибавку площади листьев за два года на 9,5–26,8 тыс. $m^2/га$ (20,2–60,9 %). В первый год жизни клевера внесение биопрепарата Регоплант увеличило площадь на 10 тыс. $m^2/га$ по сравнению с контролем, на 4,9 тыс. $m^2/га$ – с фоном. Во второй год жизни высокую прибавку по сравнению с контролем обеспечило применение препарата Наноплант – Со, Мп, Си, Фе – 20,2 тыс. $m^2/га$. В среднем по опыту за два года площадь листьев составила 56,1 тыс. $m^2/га$, внесение остальных

препаратов способствовало увеличению площади листьев до 52,3–63,7 тыс. $m^2/га$.

В создании биологического урожая важную роль играет фотосинтетический потенциал суммарной листовой поверхности (ФП), который определяется скоростью ее образования и временем активной работы. Было выявлено, что внесение биопрепаратов и микроудобрений обеспечивает лучшие показатели фотосинтетического потенциала посевов, т. к. находятся в прямой зависимости от площади листьев. Максимальный урожай семян дают посевы, имеющие фотосинтетический потенциал в пределах 2067,7–2194,8 тыс. $m^2 \times сут./га$, при некорневой подкормке биостимуляторами роста Агропон С, Регоплант и микроудобрением Наноплант – Со, Мп, Си, Фе. Снижение ФП до 1600–1300 тыс. $m^2 \times сут./га$ существенно уменьшает урожайность семян клевера гибридного.

Повышение урожайности обеспечивается увеличением не только фотосинтетической активности агрофитоценоза, но и его рабочих элементов (единицы площади листа и хлоропласта), что выражается в показателях чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ). ЧПФ характеризует интенсивность фотосинтеза посева и измеряется количеством сухой массы растений (г), которое синтезирует 1 m^2 листовой поверхности за 1 сут.

Таблица 3 – Фотосинтетическая деятельность клевера гибридного, 2018–2019 гг.

Вариант	Площадь листьев, тыс. $m^2/га$			ФП, тыс. $m^2 \times сут./га$			ЧПФ, г/ $m^2 \times сут.$		
	1-й г.ж.	2-й г.ж.	Среднее	1-й г.ж.	2-й г.ж.	Среднее	1-й г.ж.	2-й г.ж.	Среднее
$N_0P_0K_0$ (контроль)	47,1	44	45,6	1461,0	1364,0	1412,5	1,9	2,7	2,3
$P_{40}K_{60}$ – фон	52,2	47,1	49,7	1618,5	1460,1	1539,3	2,1	3,1	2,6
$N_{30}P_{60}K_{90}$	52,9	49,7	51,3	1639	1540,7	1589,9	1,8	3,0	2,4
Фон + Ризофос-Trifol	53,4	51,1	52,3	1656,3	1584,1	1620,2	1,9	3,6	2,8
Фон + Стимпо	55,7	61,7	58,7	1726,5	1912,7	1819,6	1,6	2,4	2,0
Фон + Агропон С	56,6	70,8	63,7	1753,8	2194,8	1974,3	2,1	3,3	2,7
Фон + Наноплант – Со, Мп, Си, Фе	56,3	69,4	62,9	1744,1	2151,4	1947,8	2,5	3,8	3,1
Фон + Альбит	56,1	66,7	61,4	1738,9	2067,7	1903,3	1,9	4,0	2,9
Фон + Регоплант	57,1	62,4	59,8	1771,2	1934,4	1852,8	2,2	2,8	2,5
HCP_{05}	6,94	14,85		215,14	460,35		0,15	0,31	

Некорневые подкормки микроудобрением Наноплант – Co, Mn, Cu, Fe и биостимулятором Альбит способствовали максимальному увеличению ЧПФ до 3,8 и 4,0 г/м²×сут. Однако максимальная урожайность семян сформировалась при внесении биостимулятора Агропон С, где ЧПФ составляет 3,3 г/м²×сут. сухого вещества. Применение некорневых

подкормок не во всех вариантах повышает показатели ЧПФ, что побуждает к продолжению исследований в данном направлении. Гидротермические условия вегетационных периодов 2018–2019 гг. существенно отличались от среднепогодных и не могут быть отнесены к благоприятным.

Заключение

Изучение влияния биостимуляторов роста и микроэлементов на семенную продуктивность клевера гибридного в условиях осушенных дерново-подзолистых глееватых суглинистых почв севера Беларуси, проведенное в неблагоприятные для данной культуры вегетационные периоды, выявило возможности

получения качественных семян. Собраны экспериментальные данные фотосинтетической деятельности семенных посевов клевера гибридного и влияния биостимуляторов на показатели фотосинтеза. По результатам проведенных опытов наиболее перспективным является Агропон С.

Библиографический список

1. Шелюто, Б. В. Биологические основы повышения устойчивости и продуктивности многолетних бобовых трав на дерново-подзолистых почвах Беларуси : монография / Б. В. Шелюто. – Горки : БГСХА, 2005. – 124 с.
2. Эффективность применения микроудобрений и регуляторов роста при возделывании сельскохозяйственных культур / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Отд-ние аграр. наук, Белорус. гос. с.-х. акад. – Минск : Беларус. навука, 2011. – 293 с.
3. Пономаренко, С. П. Регуляторы роста растений / С. П. Пономаренко. – Киев : Ин-т биоорганической и нефтехимии НАН Украины, 2003. – 319 с.
4. Мееровский, А. С. Совершенствование технологии возделывания клевера гибридного на семена / А. С. Мееровский, Р. Т. Пастушок, О. С. Грушевич // Мелиорация. – 2018 – № 2 (84). – С. 28-32.
5. Фатеев, А. И. Основы применения микроудобрений / А. И. Фатеев, М. А. Захарова. – Харьков, 2005. – 134 с.
6. Marshner, H. Mineral nutrition of higher plants [Электронный ресурс] / H. Marshner. – 2nd ed. – Amsterdam [etc.]: Academic Press, 2002. – doi: 10.1016/c2009-0-02402-7.
7. Николаева, З. Ф. Влияние микроэлементов на семенную продуктивность клевера гибридного / З. Ф. Николаева // Агрехимия. – 1988 – № 2. – С. 68-71.
8. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. науч. материалов / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 688 с.
9. Агротехника выращивания многолетних трав на семена: рекомендации / В. С. Дыбаль [и др.]. – Минск : Институт мелиорации, 2011. – 24 с.
10. Кузнецов, В. И. Антистрессовое высокоурожайное земледелие (АВЗ) – биотехнология выращивания сельскохозяйственных культур, как инновационная основа современного земледелия / В. И. Кузнецов, Ю. М. Шаульскийкий, Ш. Я. Гилязетдинов // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 5. – С. 17-19.
11. Тимошкин, О. А. Фотосинтетическая деятельность бобовых трав при применении микроудобрений и биорегуляторов / О. А. Тимошкин, О. Ю. Тимошкина, А. А. Яковлев // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 7. – С. 58-60.

СОДЕРЖАНИЕ СТРУКТУРНЫХ И НЕСТРУКТУРНЫХ УГЛЕВОДОВ В ТРАВСТОЕ ЛЮЦЕРНЫ ЖЕЛТОЙ, ВОЗДЕЛЫВАЕМОЙ НА АГРОТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

Л. Н. Лученок, кандидат сельскохозяйственных наук

О. В. Пташец, кандидат сельскохозяйственных наук

А. В. Юзупанов, соискатель

РУП «Институт мелиорации»,
г. Минск, Беларусь

Аннотация

В исследованиях определено содержание структурных углеводов в травостоях люцерны желтой 2–4-го годов жизни, возделываемой на агроторфяных почвах Белорусского Полесья. Проведен расчет содержания гемицеллюлозы и неструктурных углеводов. Установлено, что в сухой массе люцерны желтой содержание нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) и кислотно-детергентной клетчатки (КДК) находилось в пределах 41,18–59,35 и 22,68–36,15 % соответственно в зависимости от года использования и варианта опыта. Содержание неструктурных углеводов (НСУ) по годам жизни составило 8,6–33,1 %.

Ключевые слова: люцерна желтая, структурные углеводы, неструктурные углеводы, нейтрально-детергентная клетчатка (НДК), кислотно-детергентная клетчатка (КДК), гемицеллюлоза, агроторфяные почвы.

Abstract

L. N. Luchanok, O. V. Ptashats, A. V. Yuzupanov

CONTENTS OF STRUCTURAL AND NON-STRUCTURAL CARBOHYDRATES IN YELLOW-FLOWERED ALFALFA, CULTIVATED ON AGRICULTURAL PEAT SOILS

The studies determined the content of structural carbohydrates in the grasses of yellow-flowered alfalfa of 2–4 years of life cultivated on agricultural peat soils of the Belarusian Polesie. The calculation of the content of hemicellulose and non-structural carbohydrates is carried out. It was found that in the dry mass of yellow-flowered alfalfa, the content of neutral detergent fiber (NDF) and acid-detergent fiber (ADF) was in the range of 41.18–59.35 and 22.68–36.15 %, respectively, depending on the year of use and experience options. The content of non-structural carbohydrates (NSC) by years of life was 8.6–33.1%.

Key words: yellow-flowered alfalfa, structural carbohydrates, non-structural carbohydrates, neutral detergent fiber (NDF), acid-detergent fiber (ADF), hemicellulose, agricultural peat soils.

Введение

Углеводы составляют 75–80 % органического вещества растений, являются главным продуктом фотосинтеза и основным опорным материалом клеток и тканей. В рационах животных углеводы – основной источник энергии. Они подразделяются на структурные (клетчатка) и неструктурные (сахара, крахмал, фруктозаны и др.) Количество и соотношение этих элементов углеводистого питания жвачных животных определенным образом влияет на обмен веществ и продуктивность, что, в конечном счете, связано с использованием питательных веществ рациона [1, 2].

Содержание сырой клетчатки не может дать объективную оценку качества кормов по

структурным углеводам. Наиболее распространенным на сегодняшний день является разделение сырой клетчатки на кислотно-детергентную (КДК), которая включает целлюлозу и лигнин, и нейтрально-детергентную (НДК) – комплекс лигнина, целлюлозы и гемицеллюлозы [2, 3]. НДК наиболее полно отражает структурный состав клеточных стенок растений и оказывает первостепенное влияние на потребление и эффективность использования корма. КДК может служить показателем переваримости грубого корма, т. к. содержит высокий процент лигнина, который относится к низкопереваримой части клетчатки. Более полную характеристику клетчатки дает ее

анализ по фракциям – целлюлозы и гемицеллюлозы [4, 5].

В последние годы значительно расширились площади под люцерной. Это связано с тем, что с 1989 г. начался самый продолжительный период потепления за все время инструментальных наблюдений. За это время на территории Республики Беларусь произошло увеличение сумм активных температур на 300–450 °С [6]. В результате потепления произошла смена границ агроклиматических зон (областей): Северная агроклиматическая область распалась, а на юге Белорусского Полесья образовалась новая, более теплая агроклиматическая зона. Исследования показывают, что тенденции этих изменений в последующие десятилетия сохранятся [7].

Объекты и методы исследований

Полевые эксперименты проведены на землях ГП «Полесская опытная станция» – типичном мелиоративном объекте для региона Белорусского Полесья (Лунинецкий р-н, Брестская обл.). Почвы – агроторфяные, подстилаемые песком с глубины 35–40 см; агрохимические показатели: содержание ОВ – 75–78 %, pH_{KCl} – 6,5, содержание P_2O_5 ~ 410 мг/кг почвы, K_2O ~ 480 мг/кг почвы.

Люцерну желтую (сорт Вера) высевали беспокровно. Норма высева – 8 кг/га, 18 кг/га, 24 кг/га. Фон минерального питания – $N_0P_0K_0$, $N_0P_{40}K_{90}$, $N_0P_{80}K_{90}$. Трехукосное использование

Результаты исследований и их обсуждение

В зависимости от стадии лактации и уровня продуктивности коров нормы содержания НДК должны быть в пределах 28–50 % от СВ рациона [9], минимум НДК в объемистых кормах – на уровне 15–19 %, в рационах лактирующих коров – 25–33 %, КДК – 17–21 %. Рационы, которые содержат меньше НДК и КДК, чем эти минимумы, не следует скармливать [10]. К сожалению, управлять уровнем содержания НДК и КДК в рационе возможно только путем подбора соответствующих кормов. Для этого следует четко знать содержание этих показателей в различных культурах (в зависимости от фаз развития) и создавать базы данных с их количественными характеристиками, позволяющими быстро использовать их для

В условиях увеличения засушливости климата среди кормовых трав рекомендуют расширение посевов люцерны, особенно, как наиболее засухоустойчивой, – люцерны желтой. Благодаря ее высокой стабильной по годам продуктивности в складывающихся условиях эта культура может быть основой устойчивого развития кормопроизводства [8]. Однако качество травостоев современных сортов, возделываемых в климатических условиях Полесья, не изучены.

Цель исследований – определить содержание структурных и неструктурных углеводов, оценить качество травостоя люцерны желтой различных годов жизни, возделываемой на агроторфяных почвах в условиях Белорусского Полесья.

в фазу бутонизации – начало цветения. Данные получены по двум закладкам опыта в различных погодных условиях вегетационного периода, что позволяет говорить о их репрезентативности.

Для определения качества сухой массы использовали следующие приборы и оборудование: БИК-анализатор DA 7200, анализатор азота VELP, электропечь SNOL 7,2/1100, электрошкаф сушильный SNOL 67/350, весы Adventurer AR-2140, бюретка для титрования 2-го класса точности по ГОСТ 20292-74.

оптимизации содержания НДК, КДК и гемицеллюлозы в рационах кормления [11].

Анализ наших экспериментальных данных по содержанию структурных углеводов в разновозрастных (2-, 3- и 4-летних) травостоях люцерны желтой показал, что содержание НДК и КДК находилось в пределах 42,3–59,35 и 23,4–36,15 % во второй год жизни в зависимости от норм высева и фона минерального питания, 41,18–51,68 и 22,68–30,22 %, 42,70–50,0 и 23,6–28,2 % – на третий и четвертый годы жизни соответственно (рис. 1), что согласуется с данными, полученными в других условиях [12, 13]. Так, согласно DLG-таблице (1997) и Lf: Bayern (2012), содержание НДК и КДК в люцерне перед формированием

бутонов до распускания составляет 470–574 и 275–315 г/кг СМ, в период начало цветения и до конца цветения – 540–620 и 315–360 г/кг СМ соответственно [14].

В ходе исследований установлено, что в первом укосе, независимо от нормы высева и возраста трав, содержание НДК ниже по сравнению с ее содержанием в травах второго и третьего укосов и находится в пределах 39,3–46,35 % (рис. 1). Во втором и третьем укосах содержание НДК находится в пределах 49,70–57,05 и 46,65–53,65 % соответственно. Отмечена тенденция снижения ее содержания с увеличением возраста травостоя.

На второй год жизни трав установлено влияние внесения удобрений на содержание структурных углеводов, которое наиболее выражено в третьем укосе люцерны желтой. Так,

на варианте нормы высева 8 кг/га содержание НДК при внесении $N_0P_{40}K_{90}$ снизилось на 3,20 % по сравнению с контролем, при внесении $N_0P_{90}K_{90}$ – на 5,65 %, при норме высева 18 кг/га и 24 кг/га – на 2,85 %, 3,40 % и на 4,75 %, 2,65 % соответственно.

В травостое третьего года жизни наблюдалось снижение содержания НДК на 2,23 % в третьем укосе по сравнению со вторым. Отмечено также незначительное понижение содержания НДК (до 2,25 %) при внесении удобрений на вариантах с нормами высева 8 и 18 кг/га в зависимости от укосов. На четвертый год жизни не установлено никаких закономерностей, отмечено лишь снижение содержания НДК на 1,95 % от внесения удобрений по сравнению с контролем при норме высева 24 кг/га.

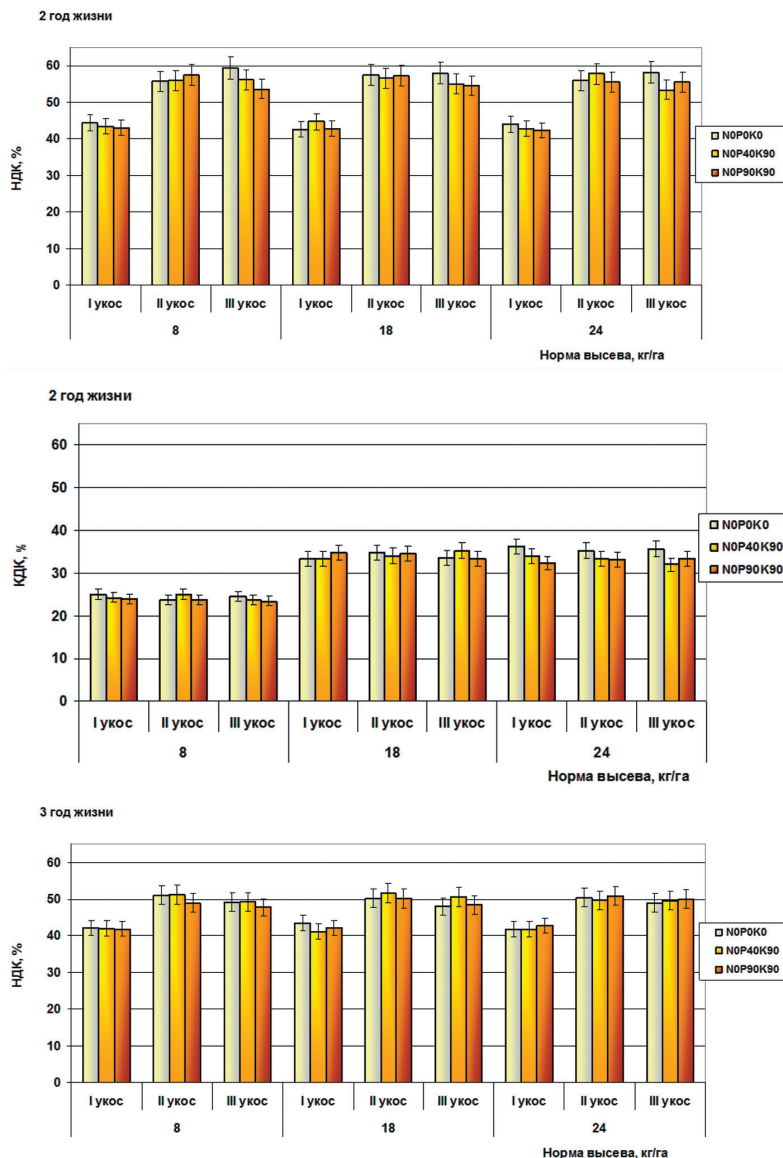


Рисунок 1 – Содержание НДК и КДК в разновозрастных травостоях люцерны желтой

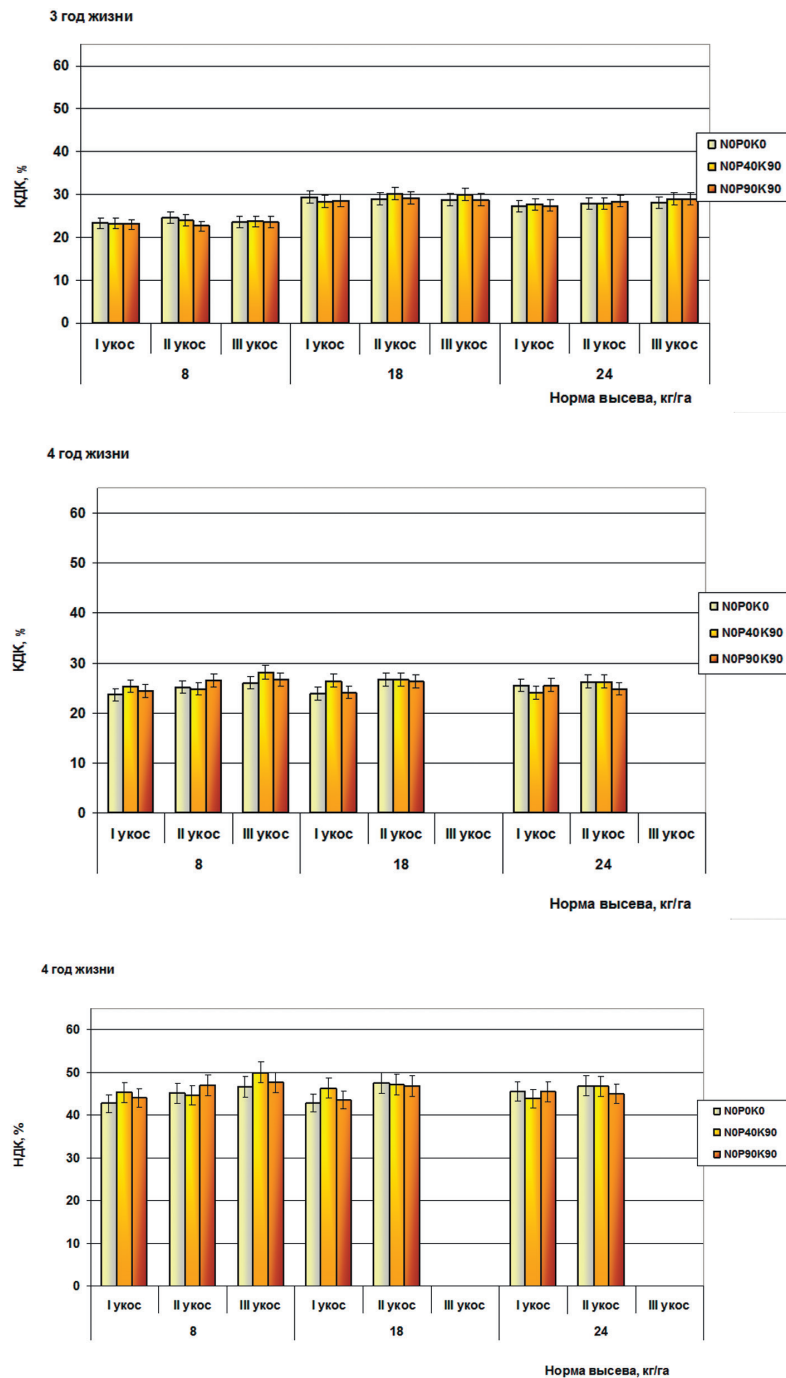


Рисунок 1 (продолжение)

Чрезмерно высокое содержание НДК в корме и, главным образом, ее основной составляющей КДК снижает переваримость корма и, как следствие, потребление сухого вещества корма [15].

Анализ данных по содержанию КДК в разновозрастных травостоях люцерны желтой показал, что при норме высева 8 кг/га содержание КДК во все укосы было ниже по сравнению с другими нормами высева (рис. 1). Установлено также, что содержание КДК наиболее высокое во второй год жизни – 23,40–36,15 %,

по сравнению с травостоями третьего (21,15–30,20 %) и четвертого (23,68–28,2 %) годов. Влияния доз удобрений на содержание КДК в травостоях не установлено.

Важной составляющей НДК является гемицеллюлоза, содержание которой в рационе напрямую коррелирует с количеством получаемого молока [16, 17]. В наших исследованиях установлено, что оно зависело от ряда факторов. Так, например, существенное влияние на этот показатель оказала норма высева. Максимальное содержание гемицеллюлозы на второй

год жизни – при норме высева 8 кг/га. Оно составило в среднем по всем вариантам и укосам 28 %, что на 9,9 и 10,2 % выше по сравнению с нормой высева 18 кг/га и 24 кг/га соответственно. Аналогичная тенденция отмечена и на третий год жизни: максимум – при норме высева 8 кг/га, составил 23,5 %, в то время как на вариантах с нормой высева 18 кг/га и 24 кг/га – 18,2 и 19,3 % соответственно (табл. 1).

Минимальное содержание гемицеллюлозы по годам исследования отмечено в первом укосе и составило на второй год жизни: 19,3 % при норме высева 8 кг/га, 9,6 % – при норме высева 18 кг/га и 8,9 % – при норме высева 24 кг/га, что ниже на 12,3–13,6 % по сравнению с ее содержанием во втором и третьем укосах. В травостое третьего года жизни этот показатель составил 18,8 %, 13,5 и 14,7 % в зависимости от норм высева.

В новой системе зоотехнического анализа используют показатель «неструктурные углеводы» (НСУ), включающий вещества, вымываемые при экстракции НДК. Эти вещества

находятся внутри растительной клетки и представлены крахмалом, растворимыми сахарами, пектином, органическими, главным образом летучими жирными кислотами (ЛЖК). Показатель НСУ существенно ниже показателя БЭВ и лучше отражает состав фракции неструктурных углеводов [18]. НСУ быстро сбраживаются в рубце с образованием ЛЖК, поэтому важно знать оптимальные их концентрации в рационах коров, чтобы исключить ацидоз и другие метаболические проблемы у животных. По нормам NRC–2001 максимальное количество НСУ в рационах лактирующих коров должно составлять 36–44 % СВ, сухостойных – 20–35 % СВ [19]. С другой стороны, этот показатель необходимо учитывать и для жизнестойкости и долголетия люцерны. Так, по данным В. А. Харсеева, для обеспечения благоприятной динамики формирования площади листьев и высоких фотосинтетических потенциалов у травостоев многоукосных сортов люцерны перспективными являются сорта с содержанием неструктурных углеводов не менее 25,0–30,0 %.

Таблица 1 – Содержание гемицеллюлозы в травостое люцерны желтой второго и третьего годов жизни

Вариант	Норма высева 8 кг/га			Среднее за 3 укоса	Норма высева 18 кг/га			Среднее за 3 укоса	Норма высева 24 кг/га			Среднее за 3 укоса
	укос				укос				укос			
	I	II	III		I	II	III		I	II	III	
2-й год жизни												
N ₀ P ₀ K ₀	19,5	32,2	34,9	28,8	9,5	22,8	24,6	18,9	7,9	20,7	22,5	17,0
N ₀ P ₄₀ K ₉₀	19,3	30,9	32,5	27,5	11,3	22,6	19,9	17,9	8,9	24,5	21,4	18,3
N ₀ P ₉₀ K ₉₀	19,2	33,9	30,3	27,8	8,1	22,8	21,3	17,4	10,0	22,4	22,2	18,2
НСР ₀₅	0,95	1,65	1,62	–	0,48	1,16	1,20	–	0,47	1,17	1,15	–
Среднее по укосу	19,3	32,3	32,5	–	9,6	22,7	21,9	–	8,9	22,5	22,0	–
Среднее по варианту	28,0			–	18,1			–	17,8			–
3-й год жизни												
N ₀ P ₀ K ₀	18,8	26,5	25,5	23,6	14,1	21,3	19,3	18,2	14,5	22,6	20,9	19,3
N ₀ P ₄₀ K ₉₀	18,8	27,2	25,7	23,9	12,8	21,5	20,6	18,3	14,1	21,8	20,7	18,9
N ₀ P ₉₀ K ₉₀	18,8	26,2	24,1	23,0	13,6	21,0	19,6	18,1	15,4	22,5	21,0	19,6
НСР ₀₅	0,89	1,36	1,28	–	0,71	1,04	1,07	–	0,74	1,19	1,07	–
Среднее по укосу	18,8	26,7	25,1	–	13,5	21,3	19,8	–	14,7	22,3	20,9	–
Среднее по варианту	23,5			–	18,2			–	19,3			–

При создании многоукосных сортов люцерны в качестве доноров зимостойкости необходимо использовать устойчивые сортообразцы с содержанием НСУ 27,9–32 % [20]. НСУ определяется расчетным способом [10].

Согласно полученным данным, в первом укосе содержание неструктурных углеводов значительно выше, чем во втором и третьем независимо от года пользования травостоем.

Так, в сухой массе люцерны желтой 2-го года жизни в первом укосе содержание НСУ составило 31,4 %, 28,0, 29,3 % при норме высева 8 кг/га, 18 кг/га, 24 кг/га соответственно, что на 13,7–20,3 и 10,5–22,6 % выше, чем во втором и третьем укосах. Разница на третий год жизни составила 8,9–13,8 и 9,9–17,4 % соответственно, в четвертом – 1,4–12,2 % от первого укоса (рис. 2).

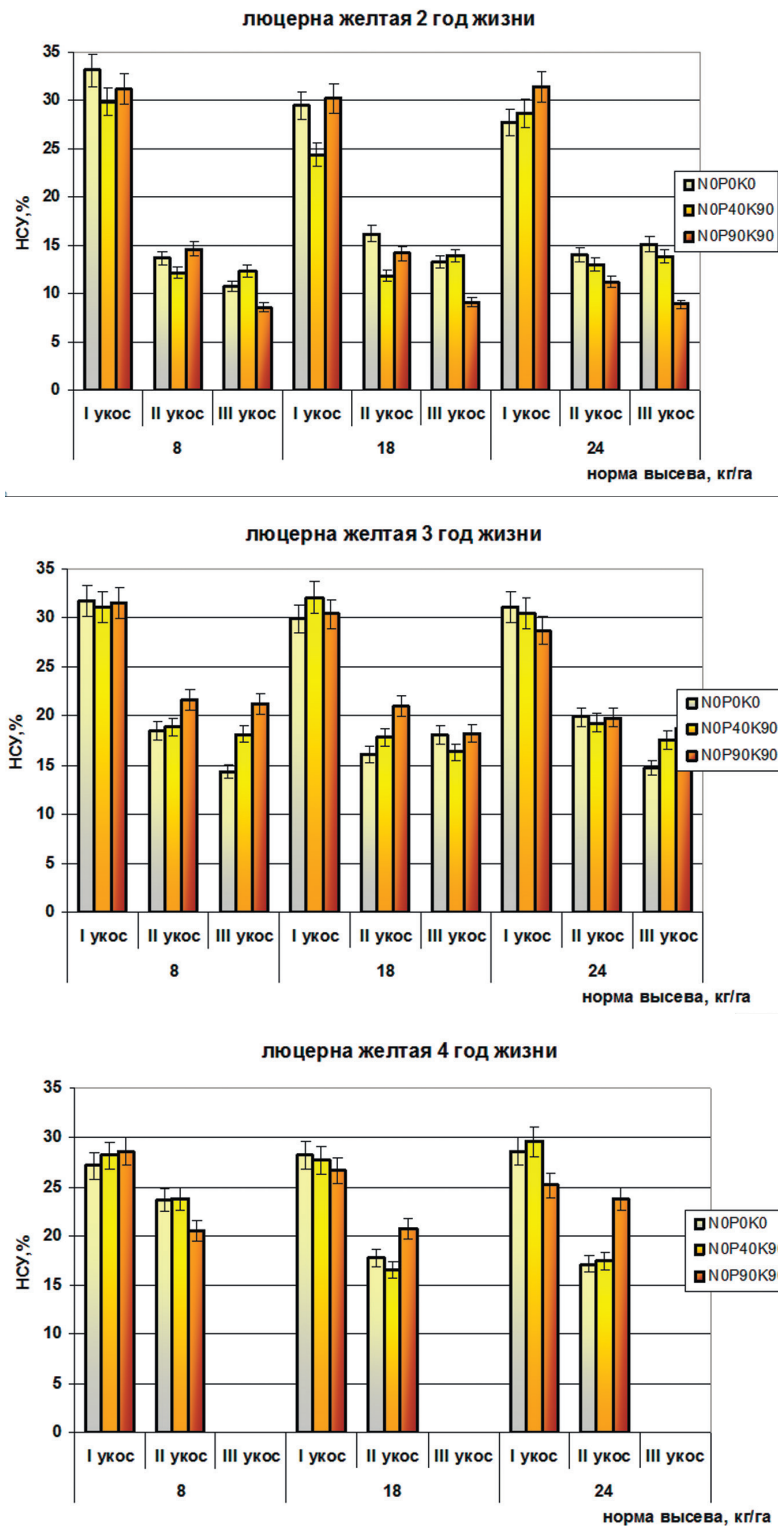


Рисунок 2 – Среднее содержание НСУ в разновозрастных травостоях люцерны

Выводы

В проведенных исследованиях по определению структурных и неструктурных углеводов в сухой массе люцерны желтой содержание НДК и КДК находилось в пределах 41,18–59,35 и 22,68–36,15 % соответственно в зависимости от года использования и варианта опыта. Наименьшее содержание НДК было в первом укосе, КДК – при норме высева 8 кг/га. На содержание гемицеллюлозы в сухой массе люцерны желтой оказали влияние укос и норма высева. Установлено, что в первом укосе оно было минимальным. При норме высева 8 кг/га оно было максимальным по сравнению с нормами высева 18 и 24 кг/га. Со-

держание НСУ по годам жизни находилось в пределах 8,6–33,1 %. Установлено, что в сухой массе первого укоса люцерны желтой этот показатель выше, чем во втором и третьем.

Согласно полученным нами данным, содержание структурных углеводов в сухом веществе люцерны желтой выше требуемых при создании оптимальных рационов для КРС. Люцерна также отличается высоким содержанием питательных веществ возможно только путем подбора соответствующих кормов, а именно балансировать корм из люцерны другими кормовыми культурами [21].

Библиографический список

1. Бреус, Д. А. Влияние структурных углеводов на формирование рубцового пищеварения и продуктивность бычков герефордской породы : автореф. дис. ... канд. биол. наук: 06.02.02 / Д. А. Бреус ; РАСХН Всероссийский НИИ мясного скотоводства. – Оренбург, 2006. – 20 с.
2. Харитонов, Е. Л. Принципы расчета образования субстратов и метаболитов в желудочно-кишечном тракте жвачных животных / Е. Л. Харитонов, А. М. Материкин // Доклады РАСХН. – 2011. – Вып. 3. – С. 33-37.
3. Углеводный состав кормовых культур в Оренбуржье / А. В. Кудашева [и др.] // Кормопроизводство. – 2011. – № 11. – С. 33-34.
4. Дусаева, Х. Б. Динамика накопления структурных углеводов в злаковых и бобовых травах / Х. Б. Дусаева // Вестник ОГУ. – 2005. – № 2. – С. 25-27.
5. Сизова, Ю. В. Функционально-метобалическое значение углеводов в кормлении коров / Ю. В. Сизова // Вестник НГИЭИ. – 2013. – С. 115-121.
6. Логинов, В. Ф. Прогноз изменений биоклиматического потенциала территории Беларуси на период 2016–2035 гг. / В. Ф. Логинов, М. А. Хитриков // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2018. – Т. 56, № 1. – С. 51-64.
7. Стратегия адаптации сельского хозяйства Республики Беларусь к изменению климата. Проект *Clima-East* / сост. и общ. ред.: Н. Денисов. – Минск, 2017. – 48 с.
8. Лазарев, Н. Н. Люцерна в системе устойчивого кормопроизводства / Н. Н. Лазарев, О. В. Кухаренкова, Е. М. Куренкова // Кормопроизводство. – 2019. – № 4. – С. 18-25.
9. Сизова, Ю. В. Молочная продуктивность и азотистый обмен у коров в первую фазу лактации при разном уровне нейтрально-детергентной клетчатки и жира в рационе: автореф. дис. ... канд. биол. наук : 03.00.27 / Ю. В. Сизова; РАСХН ГНУ ВНИИФБиП. – Боровск : изд-во МУП «Полиграфист», 2010. – 23 с.
10. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учеб.-практ. пособие / В. Г. Рядчиков. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 328 с.
11. Архипов, А. В. Углеводы кормов: функции, достоинства, проблемы / А. В. Архипов // Биотехнология. – 2014. – № 9. – С. 46-63.
12. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справоч. пособие / А. П. Калашников [и др.]; под ред. А. П. Калашникова. – 3-е изд. – Москва, 2003. – 456 с.
13. Справочник нормативов трудовых и материальных затрат для ведения сельскохозяйственного производства / М. Н. Антоненко [и др.]; сост.: Я. Н. Бречко, М. Е. Сумонов;

ред. В. Г. Гусаков; Национальная академия наук Беларуси, Институт экономики НАН Беларуси – Центр аграрной экономики. – Минск: Белорусская наука, 2006. – 709 с.

14. Питательная ценность кормовой люцерны [Электронный ресурс] / Информационный портал soft-agro.com. – Москва, 2019. – Режим доступа: <https://soft-agro.com/wp-content/uploads/2018/02/Luzerna-pitatelnaja-cennost.pdf/>. – Дата доступа : 13.03.2019.

15. Structural carbohydrates content in feeding mass of breeding of samples of perennial legume grasses / S. M. Dashkevich [et al.] // Theoretical & Applied Science. – 2016. – Vol. 37. – P. 58-63.

16. Мошкина, С. В. Структурные углеводы в кормлении молочного скота: учебно-методическое пособие / С. В. Мошкина, Н. В. Абрамкова, Т. Ю. Колганова. – Орел, 2016. – 56 с.

17. Karayilanli, E. Investigation of feed value of alfalfa (*Medicago sativa* L.) harvested at different maturity stages / E. Karayilanli, V. Ayhan // Agricultural Research Communication Centre. Legume Research, 39. – 2016. – № 2. – P. 237-247.

18. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебно-практическое пособие / В. Г. Рядчиков. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 328 с.

19. NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Nutrient requirements of domestic animals: nutrient requirements of dairy cattle. – 7. rev. ed. – Washington, D.C. : National Academy of Sciences, 2001. – 333 p.

20. Харсеев, В. А. Определение селекционных параметров для создания многоукосных сортов люцерны в центральных районах Нечерноземной зоны РСФСР: дис. ... канд. с.-х. наук : 06.01.05 / В. А. Харсеев; РАСХН ВНИИ кормов В. Р. Вильямса. – Москва, 1984. – 201 с.

21. Отраслевой технологический регламент полевого кормопроизводства на осушенных минеральных почвах Поозерья, обеспечивающий продуктивность 6–7 т к.ед./га на основе совершенствования агротехники возделывания люцерны посевной и кукурузы на зеленую массу: нормативно-технический материал // НАН Беларуси, Отделение аграрных наук, РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию», РУП «Институт мелиорации»; сост. П. Ф. Тиво [и др.]. – Минск, 2014. – 23 с.

Поступила 10.12.2019

ВЛИЯНИЕ ОРОШЕНИЯ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

С. В. Набздоров, старший преподаватель

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь

Аннотация

В статье представлены результаты трехлетних полевых исследований по изучению роста, развития и урожайности сахарной свеклы при орошении. Для опытов использован районированный сорт сахарной свеклы – Белполь односемянная. В результате проведенных исследований предварительно установлено, что при орошении сахарной свеклы на дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах максимальная урожайность наблюдалась на варианте с нижней границей регулирования влажности 70 % НВ в слое 0–40 см. Показано, что растения наиболее чувствительны к нехватке влаги в период от всходов до начала смыкания листьев в рядках. Снижение влажности почвы в основной период прироста корнеплодов на длительное время (контроль) привело к гибели всасывающих корневых волосков растений. По вариантам опыта по сахаристости практически не различались. Разница составила менее 1 %. Максимальное значение сахаристости в среднем за три года на варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ. Можно сделать вывод, что орошение дает существенную прибавку урожая, не снижая содержания сахара в корнеплодах.

Ключевые слова: орошение, сахарная свекла, урожайность, сахаристость, режим орошения.

Abstract

S. V. Nabzdorov

INFLUENCE OF IRRIGATION ON GROWTH, DEVELOPMENT AND YIELD OF SUGAR BEET

This article presents the results of three years of research on the growth, development and yield of sugar beets during irrigation. For the experiments we used a zoned variety of sugar beet – Belpol single-seeded. As a result of the studies, it was previously established that for soddy-podzolic light loamy soils, when irrigating sugar beets, the maximum yield was observed on the variant with a lower limit of humidity control of 70 % HB in a layer of 0–40 cm. It is shown that sugar beets are most sensitive to lack of moisture during the period from seedlings to the beginning of leaf closure in rows. A decrease in humidity in the calculation layer during the main period of root crop growth for a long time (control) led to the death of the suction root hairs of plants. According to the experimental options in sugar content they differed slightly on this. The difference was less than 1 %. The maximum value of sugar content on average for three years is in the variant with a lower limit of regulation of 70 % HB. It can be concluded that irrigation gives a significant increase in yield and does not reduce the sugar content in the root crop.

Key words: irrigation, sugar beet, productivity, sugar content, irrigation regime.

Введение

Сахарная свекла – растение относительно засухоустойчивое. Она экономно расходует влагу: на единицу сухого вещества потребляет 350–450 единиц воды, т. е. меньше, чем многие полевые культуры. Однако за счет высокого урожая общее потребление влаги с единицы площади в 1,5–2 раза больше, чем у других полевых культур. Засухоустойчивость сахарной свеклы связана с тем, что она формирует глубоко проникающую корневую систему – до 2–3 м. Это помогает ей использовать влагу почвы, накопленную за счет осадков осенне-зимнего периода. Сахарная свекла, особенно семенники, обычно плохо переносит переувлажнение и близкое стояние грун-

товых вод (ближе 1,5–2,0 м от поверхности почвы). Вместе с тем, имея продолжительный период вегетации, она хорошо использует влагу летних осадков. В годы с повышенным их количеством урожаи корнеплодов обычно бывают высокими.

Наиболее благоприятные условия роста и развития растений свеклы в первый год жизни складываются при теплой и влажной погоде в мае, нежаркой и влажной – в июне и июле, при достаточном количестве осадков и солнечных дней – в августе, теплой и умеренно влажной погоде – в сентябре и октябре.

Первый год жизни сахарной свеклы включает периоды:

– начального формирования, когда растения энергично образуют листья и корневую систему и рост корнеплода в толщину отстает от роста листьев (май – июнь);

– усиленного разрастания корнеплода и листьев (июль – август). Средний прирост корнеплода составляет 5 г/сут., достигаемый максимум – 10–15 г и более;

– накопления сахара. Характеризуется замедленным приростом листьев и корнеплода (2,5–7 г в сутки) и интенсивным накоплением углеводов (сентябрь – октябрь). Сахаристость в среднем за сутки повышается на 0,05–0,1 %.

Потребление влаги растениями сахарной свеклы в течение вегетации происходит неравномерно. Так, в период интенсивного нарастания листьев (от посева до конца июня) она потребляет около 10–15 %, интенсивного роста корнеплодов (с июля до середины августа) – 60–70 %, интенсивного накопления углеводов (с середины августа до октября) – около 20–30 % от всей влаги, потребляемой за сезон. Недостаток влаги в любой из этих периодов отрицательно сказывается на урожайности свеклы. Однако больше всего урожай корнеплодов и их сахаристость снижаются, когда растения подвергаются действию засухи в период интенсивного роста – в июле – августе.

Особенностью Республики Беларусь является то, что она расположена в зоне неравномерного распределения атмосферных осадков. Участились периоды с продолжительными засухами, поэтому природно-климатические условия для возделывания сахарной свеклы не всегда являются оптимальными [1].

Исследования на Опытной научной станции по сахарной свекле в г. Несвиж показали, что высокие урожаи корнеплодов (более 60 т/га) получали в годы с максимальным количеством осадков в летние месяцы (280 мм при средней многолетней норме 216 мм) в сочетании с суммой среднесуточных температур воздуха, близкой к норме – 1550 °С. Экстремально жаркая и сухая погода на протяжении июня, июля и августа (осадков около 100 мм, сумма температур воздуха 1700–1750 °С) снижала урожай корнеплодов до 28–30 т/га. Наивысшее содержание сахара в корнеплодах (19–20%) характерно в годы с очень сухими сентябрем и октябрём (30–50 % осадков от

нормы), а минимальное (15–16 %) – при очень влажной погоде в эти месяцы [2, 3].

Сахарная свекла поглощает питательные вещества на протяжении всего вегетационного периода. В начальный период роста она потребляет относительно небольшое количество азота, фосфора и калия. Корневая система в это время еще слабо развита, однако молодые растения очень чувствительны к недостатку доступных питательных веществ в почве, особенно фосфора. Поэтому для получения дружных, хорошо развивающихся всходов сахарная свекла должна быть обеспечена элементами минерального питания с самого начала вегетации. В дальнейшем потребление элементов питания резко усиливается и достигает максимума во время интенсивного листообразования и в начале роста корнеплодов [1].

Максимум поступления элементов питания в растения свеклы приходится на середину вегетации (июль – август), поэтому важно, чтобы в этот период в почве было достаточно влаги и все элементы питания находились в легкодоступных формах.

Сахарная свекла по отзывчивости на орошение занимает первое место среди полевых культур. Использование оросительной воды (расходование оросительной воды в мм на 1 кг прироста веса) зависит от погодных условий, агротехники и урожайности. В опытах, проведенных в восточной Германии, повышение урожайности сахарной свеклы колебалось от 44 до 141 ц/га. Выполнение всех агротехнических мероприятий при орошении повышает, помимо урожайности сахарной свеклы, качество и содержание сахаров [4].

Необходимость проведения орошения, а также сроки и нормы поливов, определяются погодой, динамикой влажности почвы и потребностью в воде посевов. Сахарная свекла реагирует и на недостаточную, и на чрезмерную почвенную влажность. Порог влажности почвы, ниже которого, в зависимости от температуры и испарения, наблюдается недостаток воды, сопровождающийся резким снижением урожайности, находится примерно в пределах 35–45 % НВ. На черноземах и лёссовых почвах урожайность падает, когда длительное время влажность превышает 85 % НВ (недостаток кислорода в корневой зоне) [5].

Что касается почвенно-климатических условий Беларуси, анализ практического опыта и результатов научных исследований указывают на недостаточную изученность вопросов, возникающих при возделывании сахарной свеклы при орошении. В связи с этим актуальным является совершенствование элементов технологического процесса ее возделывания сахарной свеклы, обеспечивающих получение

Методы исследования

Одной из целей исследования являлось изучение темпов развития корнеплодов и зависимости урожайности сахарной свеклы от режимов орошения. Для достижения данной цели в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии на территории опытного поля «Тушково», расположенном в Горецком р-не Могилевской обл., заложен и проводился полевой опыт на протяжении трех лет по следующей схеме.

Режимы орошения:

- вариант 1 – без орошения (контроль);
- вариант 2 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 60 % НВ;
- вариант 3 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 70 % НВ;
- вариант 4 – с нижним пределом регулирования почвенных влагозапасов 80 % НВ.

Опыт заложен с систематическим размещением вариантов со смещением по повторностям. Повторность 4-кратная. Делянки имеют прямоугольную форму, площадь делянки составляет от 52 до 64 м². Ширина защитных полос между вариантами равна удвоенному значению ширины захвата дождевальной машины и составляет 10 м. Почва опытного участка – дерново-подзолистая легкосуглинистая, развивающаяся на легком лессовидном

Основная часть

Для опытов использован районированный сорт сахарной свеклы – Белполь односемянная. Сорт включен в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород с 2015 г. С 2016 г. гибрид Белполь включен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по ЦЧЗ Российской Федерации (№ 62756/8654401).

высоких и устойчивых урожаев в условиях регулирования водного режима почвы. При этом одним из приоритетных направлений в решении данного вопроса является повышение эффективности использования оросительной воды. Выполненные нами исследования направлены на изучение режима орошения сахарной свеклы в условиях Беларуси.

суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м. Почва опытного участка является типичной для северо-восточного региона РБ и пригодной для возделывания сахарной свеклы.

Учет и анализ проводили по общепринятым методикам.

1. Фенологические наблюдения за сроками наступления очередных фаз развития осуществляли визуально. Началом наступления очередной фазы развития считалось наступление ее у 10 % растений, а полная фаза отмечалась при наступлении ее у 75 % растений на делянках.

2. Рост корнеплодов учитывался путем взвешивания с 1 июля по 1 октября с делянок всех повторностей с интервалом в 10 дней.

3. Урожайность сахарной свеклы в полевом опыте устанавливалась при сплошной уборке учетных делянок 1 октября.

4. Сахаристость корнеплодов определялась поляриметрическим методом на автоматической линии в РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле» в г. Несвиж.

Посевы сахарной свеклы орошались широкозахватной дождевальной машиной Zimmatik Omega компании Lindsay Europe.

Диплоидный гибрид Белполь отличается достаточно высокой урожайностью и сахаристостью. Обладает высокой технологичностью благодаря равномерной густоте и расположению головки корнеплода в почве, что положительно влияет на снижение потерь сахара при переработке. Устойчив к ризомании, толерантен к церкоспорозу. Может возделываться во всех регионах Беларуси, в т. ч. там, где

существует угроза поражения ризоманией. Пригоден для средних сроков уборки.

В опыте посев сахарной свеклы осуществлен 6 мая – в 2017 г., 7 мая – в 2018 г., 26 апреля – в 2019 г. Даты всходов – 17 мая в 2017 г., 16 мая в 2018 г., 16 мая в 2019 г.

Продолжительность периода от посадки до всходов различалась по годам: в 2017 и 2018 г. она составила 10–12 дней, в 2019 г. – 21 день. Количество выпадающих осадков с 20.04 по 30.04 в 2017 г. было 43,3 мм, в 2018 – 12,2, а в 2019 г. их в эти сроки вообще не наблюдалось. Нехватка влаги в верхнем слое почвы 10 см в 2019 г. спровоцировала увеличение продолжительности периода от посадки до всходов.

Нехватка влаги в почве обычно вызывает удлинение вегетационного периода сахарной свеклы. Нежелательность подобного сценария приводит к необходимости полностью обеспечивать посевам сахарной свеклы влагой, что является одной из причин применения орошения.

Сроки поливов назначались в зависимости от влажности почвы в корнеобитаемом слое, который в нашем опыте составлял 0,4 м.

Известно, что на северо-востоке Беларуси в большинстве типов почв содержание гумуса невысоко – до 3 %, что является причиной слабой водопрочности почвенных агрегатов. Поэтому при выпадении интенсивных осадков структура почвы быстро меняется, особенно в поверхностном слое до 3 см. Частицы почвы слипаются, образуя плотный слой, который практически не пропускает влагу ниже. В связи с этим основная часть выпавшей влаги не впитывается в почву, а стекает в замкнутые понижения или за пределы поля. Из этого следует, что интенсивность выпадения осадков при дожде или при орошении играет одну из важных ролей – обильные осадки в виде ливня не являются хорошим источником повышения влаги в почве. В нашем опыте интенсивность полива широкозахватной дождевальная машиной Zimmatik Omega не превышала допустимого предела и позволяла исключить слипание почвенных частиц.

Показатели режима орошения, полученные в результате трехлетних исследований, приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Режим орошения сахарной свеклы в годы исследований

Вариант	Даты полива	Количество поливов	Поливная норма, м ³ /га	Оросительная норма, м ³ /га
2017 г.				
Контроль	–	–	–	–
80 % НВ	16.06	3	250	750
	11.07		250	
11.08	250			
70 % НВ	12.06	2	300	600
	19.08		300	
60 % НВ	26.06	1	300	300
2018 г.				
Контроль	–	–	–	–
80 % НВ	04.06	3	250	750
	10.08		250	
	17.08		250	
70 % НВ	11.06	2	300	600
	13.08		300	
60 % НВ	17.08	1	300	300
2019 г.				
Контроль	–	–	–	–
80 % НВ	02.06	2	250	500
	11.06		250	
70 % НВ	06.06	1	300	300
60 % НВ	11.06	1	300	300

При анализе данных табл. 1 видно, что во все годы на всех трех вариантах было как минимум по одному поливу, за исключением 2018 г., когда на варианте 60 % НВ полива вообще не было, а в 2019 г. на варианте 80 % НВ было выполнено два полива.

Известно, что основной период потребления влаги растениями свеклы попадает на июль и август. Но возникает вопрос о необходимости проведения первых поливов на начальной стадии роста, когда влага позволяет увеличить быстроту всходов и, самое главное, обеспечивает интенсивный рост корня и его проникновение в более глубокие слои почвы с повышенным содержанием влаги.

Тем самым первые поливы создают условия для повышения урожайности.

В опыте велся учет роста корнеплодов с 1 июля по 1 октября с интервалом 10 дней. Динамика роста корнеплода сахарной свеклы за 2017–2019 гг. представлена в табл. 2, в которой наилучший вариант выделен полужирным шрифтом.

При анализе полученных данных видим, что на 1 июля максимальная масса корнеплода в среднем за три года составила 75 г (на варианте 70 % НВ), что на 56,2 % больше, чем на варианте 60 % НВ, и на 11,9 % больше чем на варианте 80 % НВ. Минимальная масса корнеплодов наблюдалась на варианте без орошения и составила около 40 г.

Таблица 2 – Динамика роста корнеплодов сахарной свеклы за 2017–2019 гг.

Варианты	Масса корнеплодов сахарной свеклы, г								
	2017 г.								
	01.07	10.07	20.07	01.08	10.08	21.08	1.09	10.09	20.09
Контроль	23	72	147	175	233	313	401	455	507
60 % НВ	31	95	170	256	358	441	528	602	672
70 % НВ	51	121	211	342	527	695	818	914	997
80 % НВ	47	118	199	326	479	630	748	845	919
Вариант опыта	2018 г.								
	01.07	10.07	20.07	01.08	10.08	21.08	1.09	10.09	20.09
1 – контроль	46	102	155	229	323	410	492	556	572
2 – 60 % НВ	57	115	180	272	377	477	568	646	701
3 – 70 % НВ	78	159	247	369	499	633	741	817	881
4 – 80 % НВ	66	143	225	340	458	579	678	757	821
Вариант опыта	2019 г.								
	01.07	10.07	20.07	01.08	10.08	21.08	1.09	10.09	20.09
1 – контроль	51	100	153	251	337	418	479	534	577
2 – 60 % НВ	56	107	178	263	386	509	599	644	665
3 – 70 % НВ	96	161	249	371	503	634	738	820	878
4 – 80 % НВ	88	145	243	358	494	616	687	737	776
Средняя за три года									
1 – контроль	40	91	152	218	298	380	457	515	552
2 – 60 % НВ	48	106	176	264	374	476	565	631	679
3 – 70 % НВ	75	147	236	361	510	654	766	850	919
4 – 80 % НВ	67	135	222	341	477	608	704	780	839

За июль по вариантам опыта прирост корнеплода в среднем за три года составил: на варианте 1 – 5,7 г/сут.; 2 – 7,0 г/сут.; 3 – 9,2 г/сут.; 4 – 8,8 г/сут. Август показал следующий прирост корнеплода по вариантам опыта в среднем за три года: на варианте 1 – 7,7 г/сут.; 2 – 9,7 г/сут.; 3 – 13,1 г/сут.; 4 – 11,7 г/сут. Как видим, максимальный прирост корнеплодов за июль и август наблюдался на варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ.

Прирост сахарной свеклы снижался на варианте с нижним пределом регулирования 80 % НВ. Это говорит о том, что при влажности почвы больше 70 % НВ наблюдается нехватка кислорода для дыхания корней. Кроме того, повышенная влажность почвы, как известно, способствует развитию болезней корнеплодов.

Интенсивность прироста корнеплодов и конечная урожайность сахарной свеклы зависели не только от создаваемого водного режима, но и плодородия почвы опытного участка. В табл. 3 приведены агрохимические показатели почвы участка по результатам анализов, выполняемых в химико-экологической лаборатории УО «БГСХА» ежегодно перед посевом сахарной свеклы.

Урожайность сахарной свеклы за 2017–2019 гг. исследований, прибавка урожая и другие показатели орошения представлены в табл. 4.

На варианте без орошения урожайность в среднем за три года составила 61,5 т/га, на втором варианте – 72,7 т/га, на третьем – 102,6 т/га, на четвертом – 94,1 т/га. Как видим, орошение сахарной свеклы способствовало получению значительно большего урожая,

чем без орошения. Разница особенно заметна на варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см при нижней границе регулирования 70 % НВ по отношению к контролю, которая достигла 50,5 т/га. Прибавка урожая в среднем за три года на варианте 3 составила 66,8 % по отношению к варианту без орошения. Остальные варианты также дали прибавку: на варианте 60 % НВ – 18,2 %, 80% НВ – 53 %. Прирост урожая на 1 м³ поливной воды в среднем за три года исследований также был выше при нижней границе регулирования 70 % НВ – 82,2 кг/м³ против 48,9 кг/м³ при нижней границе регулирования 80 % НВ и 37,3 кг/м³ при нижней границе регулирования 60 % НВ.

Главный показатель, определяющий качество сахарной свеклы как сырья для выработки сахара, – сахаристость корнеплодов. Отбор образцов во все годы проводился 1 октября. Результаты, полученные по сахаристости за три года исследований, представлены в табл. 5.

При определении сахаристости корнеплодов по вариантам опыта в годы исследований было отмечено, что по этому показателю они различались незначительно. Сахаристость изменялась от 16,55 до 17,45% в 2017 г., от 17,45 до 18,20% – в 2018 г., от 16,6 до 17,35 % – в 2019 г. Разница составила менее 1 %. Максимальное значение сахаристости в среднем за три года наблюдалось на варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ. Можно сделать вывод, что орошение дает существенную прибавку урожая и при этом не снижает содержания сахара в корнеплоде.

Таблица 3 – Агрохимические показатели почвы опытного участка, 2017–2019 гг.

Горизонт, см	рН _{KCl}	Нобщ, %	Гумус, %	Содержание элементов минерального питания, мг на 1 кг почвы	
				P ₂ O ₅	K ₂ O
2017 г.					
0–20	6,26	0,06	2,1	289,3	247
2018 г.					
0–20	5,78	0,09	1,7	203	251
2019 г.					
0–20	5,7	0,08	1,9	320	423

Таблица 4 – Показатели результатов орошения, 2017–2019 гг.

Показатели	Варианты			
	Без орошения	Нижняя граница регулирования 60 % НВ	Нижняя граница регулирования 70 % НВ	Нижняя граница регулирования 80 % НВ
2017 г.				
Урожай, т/га	54,7	72,1	105,2	98,7
Прибавка урожая, т/га	–	17,4	50,5	44,0
Оросительная норма, м ³ /га	–	300	600	750
Расход поливной воды на прибавку урожая, м ³ /т	–	17,2	11,8	17,0
Прирост прибавки урожая на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	–	58,0	84,2	58,7
2018 г.				
Урожай, т/га	58,0	73,8	92,7	87,4
Прибавка урожая, т/га	–	15,8	34,7	29,4
Оросительная норма, м ³ /га	–	300	600	750
Расход поливной воды на прибавку урожая, м ³ /т	–	19,0	17,3	25,5
Прирост прибавки урожая на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	–	52,7	57,8	39,2
2019 г.				
Урожай, т/га	71,8	72,3	109,8	96,1
Прибавка урожая, т/га	–	0,5	38,0	24,3
Оросительная норма, м ³ /га	–	300	300	500
Расход поливной воды на прибавку урожая, м ³ /т	–	600	7,89	20,6
Прирост прибавки урожая на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	–	1,67	126,7	48,6
В среднем за 2017–2019 гг.				
Урожай, т/га	61,5	72,7	102,6	94,1
Прибавка урожая, т/га	–	11,2	41,1	32,6
Оросительная норма, м ³ /га	–	300	500	667
Расход поливной воды на прибавку урожая, м ³ /т	–	26,8	12,2	20,5
Прирост прибавки урожая на 1 м ³ поливной воды, кг/м ³	–	37,3	82,2	48,9

Таблица 5 – Сахаристость сахарной свеклы

Год	Содержание сахара в корнеплодах, %			
	Без орошения	Нижняя граница регулирования 60 % НВ	Нижняя граница регулирования 70 % НВ	Нижняя граница регулирования 80 % НВ
2017	16,75	16,8	17,45	16,55
2018	17,45	18,2	17,45	17,95
2019	16,6	17,05	17,35	17,05
Средняя	16,93	17,35	17,42	17,18

Заключение

В результате проведенных трехлетних исследований установлено, что при орошении сахарной свеклы максимальная урожайность наблюдалась на варианте с нижней границей регулирования влажности почвы 70 % НВ в слое 0–40 см. В то же время в течение роста и развития растений сахарной свеклы можно выделить период, когда она наиболее чувствительна к нехватке влаги, – это время от всходов до начала смыкания листьев в рядах.

Установлено, что нельзя допускать снижения влажности почвы в расчетном слое длительное время в основной период прироста корнеплода, т. к. при этом иссушаются нижние слои почвы и гибнут всасывающие корневые волоски растений. Даже если после длительного перерыва выпадут обильные атмосферные осадки, растения уже не смогут формировать высокую продуктивность и, как следствие, корнеплоды останутся мелкими. Это показали наблюдения на контрольном варианте.

Библиографический список

1. Вострухин, Н. П. Мониторинг динамики формирования урожайности и качества сахарной свеклы в Беларуси за 1966–2011 годы / Н. П. Вострухин, М. И. Гуляка / НПЦ НАН Беларуси по земледелию, РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле». – Несвиж : Несвижская типография им. С. Будного, 2013. – 68 с.
2. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минск : МФЦП, 2011. – 384 с.
3. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла на Несвижчине / Н. П. Вострухин. – Минск : МФЦП, 2007. – 176 с.
4. Шпаар, Д. Регулирование производства сахарной свеклы и сахара в Германии / Д. Шпаар, И. Шпихер. – Сахарная свекла. – 1997. – № 6. – С. 20-23.
5. Сахарная свекла (выращивание, уборка, хранение) / Д. Шпаар [и др.]; под общ. ред. Д. Шпаара. – 4-е изд., дораб. и доп. – Минск : ОРЕХ, 2004. – 326 с.

Поступила 10.12.2019

УДК 504.058; 504.38

ВОЗНИКНОВЕНИЕ ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ И СПОСОБЫ ИХ ЛИКВИДАЦИИ

Е. Г. Сарасеко, кандидат биологических наук, доцент

С. В. Потапенко, магистр технических наук

*Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси,
г. Гомель, Беларусь*

Аннотация

Серьезную опасность для природной среды, экономики и населения Республики Беларусь представляют торфяные пожары. Их основной причиной является неосторожное обращение с огнем, нарушение правил пожарной безопасности. Кроме того, они могут возникать в результате естественных явлений природы (грозовых разрядов, землетрясений, самовозгорания торфа). В статье изложены современные способы тушения и/или предотвращения распространения торфяных пожаров на территории Российской Федерации, не применяемые в Республике Беларусь. Однако доступность их осуществления требует особого внимания с целью изучения белорусскими исследователями для дальнейшего внедрения этих способов или доработанных способов с элементом новизны на торфяных почвах Полесья.

Ключевые слова: торфяные пожары, влажность, степень разложения, плодородие, сорная растительность, углекислый газ, вторичное загрязнение территории, радионуклиды, сверхпоглощающие полимеры, оконтуривание, быстротвердеющая пена, заградительная щель.

Abstract

E. G. Saraseko, S. V. Potapenko

THE ORIGIN OF PEAT FIRES AND WAYS OF THEIR ELIMINATION

Peat-bog fires pose a serious threat to the environment, the economy and the population of the Republic of Belarus. The main causes of peat-bog fires are negligence in using a fire and violation of fire safety rules. Besides, peat-bog fires can emerge as a result of natural causes (lightning discharge, earthquake, spontaneous combustion of peat). Modern methods of extinguishing fires as well as methods of preventing the spread of peat-bog fires, that are used in the Russian Federation and are not used in the Republic of Belarus, are discussed. However, the question of applicability of these methods requires a special attention of Belarusian researchers in order to establish whether it is practicable to use these methods or their amended variations on the peat soils of Polesie region.

Keywords: peat-bog fires, humidity, degree of decay, fertility, weed vegetation, carbon dioxide, secondary pollution of a territory, radionuclides, super-absorbing polymers, contouring, fast-hardening foam, barrage crack.

Введение

В настоящее время в пользовании сельскохозяйственных организаций и личном пользовании населения Республики Беларусь находится более 975,1 тыс. га сельскохозяйственных земель на торфяных почвах различной мощности, ботанического состава, уровня окультуренности. Основная их доля приходит-

ся на Брестскую, Минскую и Гомельскую области – 202,2, 268,5, 225,1 тыс. га соответственно [1]. Известно, что по составу исходного растительного материала, условиям образования и физико-химическим свойствам различают три типа торфяных почв: верховые, переходные, низинные. Каждый из них по содержанию

в нем древесных остатков подразделяется на три подтипа: торф лесного подтипа с высокой степенью разложения; торф топяного подтипа с минимальной степенью разложения; торф лесотопяного подтипа, занимающий промежуточное положение. Подтипы торфа подразделяются на 4–8 видов [2].

Большая часть торфяных почв была осушена более 30–40 лет назад. Сегодня они представлены сложными природно-техногенными комплексами, в которых торфяные почвы чередуются с возникшими ареалами антропогенно-преобразованных почв разной

степени трансформации (вплоть до песчаных), отличающихся между собой как потенциальным плодородием, так и технологическими свойствами. Кроме того, они различаются и водным режимом (от подтапливаемых участков в низовьях систем до переосушенных в верховьях). По уровню содержания органического вещества, водно-физическим и агрохимическим свойствам эти почвы значительно отличаются как от торфяных почв в первые годы после осушения, так и от типично минеральных. В результате этого формируются агроторфяно-минеральные низинные почвы [3].

Основная часть

В Республике Беларусь принято выделять пять торфяно-болотных областей:

1) область верховых болот холмисто-озерного ландшафта. Здесь торфяные залежи подстилаются озерными отложениями. Заторфованность области – 10,6 %, средняя глубина торфяных залежей – 2 м. В структуре геологических запасов торфа низинный тип составляет 54,5, переходный – 7,3, верховой – 38,2 %;

2) область низинных болот западного конечно-моренного ландшафта. В отличие от предыдущей области, здесь мало озер. Заторфованность области – 7,7 %, средняя глубина торфяных залежей – 1,96 м. Запасы низинного торфа составляют 94,3, переходного – 3,7, верхового – 2 %;

3) область крупных верховых и низинных болот пологоволнистой равнины. Геоморфология данной области характеризуется преобладанием сглаженных форм рельефа. Заторфованность области – 15,6 %, средняя глубина торфяных залежей – 1,93 м. Доля запасов низинного торфа составляет 70,3, переходного – 6,2, верхового – 23,5 %;

4) область небольших верховых и низинных болот в условиях широкого распространения лессовидных пород. Форма рельефа сглажена, озер мало. Заторфованность области – 5,5 %, средняя глубина торфяных залежей – 1,59 м. Доля запасов низинного торфа составляет 85,5, переходного – 3,6, верхового – 10,9 %;

5) область крупных низинных болот Полесья. Главная геоморфологическая особенность – равнинный рельеф с преобладанием песков и супесей в покровных отложениях. Заторфованность области – 18,3 %, средняя глубина торфяных залежей – 1,55 м. Доля запасов низинного торфа в области составляет 86,4, переходного – 7,3, верхового – 6,3 % [4].

К основным качественным показателям, характеризующим плодородие торфяных почв, относят: степень разложения, влажность, зольность, содержание питательных элементов (фосфора, калия, азота).

Торф – это органическая порода, образующаяся в результате отмирания и неполного распада растительных остатков в условиях повышенного увлажнения при недостатке кислорода и содержания не более 50 % минеральных компонентов на сухое вещество.

Степенью разложения торфа или его гумификацией называется содержание в нем бесструктурной массы – гумуса – в процентном отношении ко всей массе торфа. По этому показателю торфяные залежи разделяются на залежи низкой степени разложения (до 20 %), средней (20–35 %) и высокой (более 35 %) [2]. Признаки определения степени разложения торфа в полевых условиях приведены в табл. 1.

Влажность торфа – количество воды, выраженное в процентах от общей массы (относительная влажность) или в граммах на грамм сухого вещества (абсолютная влажность).

Таблица 1 – Признаки различной степени разложения торфа

Степень разложения, %	Основные признаки состояния торфа
15 – неразложившийся	Торфяная масса не продавливается между пальцами. Поверхность торфа шероховатая. Хорошо различимы растительные остатки. Вода светлого цвета, выжимается сплошной струей.
15–20 – весьма слабо-разложившийся	Вода выжимается частыми каплями, почти образуя сплошную струю светло-желтого цвета.
20–25 – слабо-разложившийся	Вода отжимается в большом количестве, желтого цвета. Растительные остатки заметны хуже.
25–35 – средне-разложившийся	Масса торфа почти не продавливается в руке. Заметны остатки растительности. Вода отжимается частыми каплями светло-коричневого цвета. Торф слабо пачкает руку.
35–45 – хорошо разложившийся	Масса торфа продавливается слабо. Вода коричневого цвета, выделяется редкими каплями.
45–55 – сильно-разложившийся	Масса торфа продавливается между пальцами, пачкая руку. В торфе заметны отдельные растительные остатки. Вода темно-коричневого цвета, отжимается в малом количестве.
55 – весьма сильно-разложившийся	Торф продавливается между пальцами в виде грязеподобной черной массы. Вода не отжимается. Растительные остатки совершенно неразличимы.

Институт экспериментальной метеорологии оценивает увлажненность географических районов по коэффициентам увлажнения почв (η). Градация увлажненности при этом следующая:

- оптимально увлажненный район – $\eta = 0,9 \div 1,1$;
- избыточно увлажненный район – $\eta = 1,5 \div 1,3$;
- влажный район – $\eta = 1,3 \div 1,1$;
- слабозасушливый район – $\eta = 0,9 \div 0,7$;
- умеренно засушливый район – $\eta = 0,7$.

По мнению ряда исследователей, коэффициенты увлажнения почв – это оценка влагообеспеченности растений, т. е. увеличение почвенного плодородия, т. к. плодородие почвы – это ее способность удовлетворять потребности растений в питательных веществах, воздухе, биотической и физико-химической среде, включая тепловой режим, и на этой основе обеспечивать урожай сельскохозяйственных культур, а также биологическую продуктивность диких форм растительности. Различают естественное и искусственное плодородие. Естественным называется плодородие почвы, определяемое природными запасами минеральных и органических пита-

тельных веществ и естественным гидротермическим режимом. Искусственное – плодородие почвы, определяемое внесением удобрений и проведением комплекса агротехнических мероприятий, включая севообороты, мелиорацию и др. [5].

Зольность торфа – количество минеральных составных частей в процентах к абсолютно сухому веществу торфа [2].

Развитие торфяных пожаров обусловлено комплексом климатических, метеорологических, топографических факторов и зависит от:

- продолжительности засушливого периода;
- скорости ветра;
- интенсивности солнечной радиации;
- времени суток;
- температуры воздуха;
- влажности, структуры и уплотнения торфяной залежи;
- степени разложения торфа;
- рельефа местности;
- наличия преград огню;
- уровня стояния грунтовых вод и т. д. [6].

Именно в условиях недостаточного выпадения атмосферных осадков и аномально высоких температур воздуха могут участиться

пожары на торфяных почвах. Торфяные пожары чаще происходят во второй половине лета, когда в результате длительной засухи верхний слой торфа просыхает. Выработанные торфяники и сельскохозяйственные земли на месте когда-то осушенных болот – наиболее пожароопасные площади. Из-за постоянного воздействия на торф температуры, влажности, биологических особенностей растений он постепенно разлагается. Чем выше степень разложения, тем больше вероятность возникновения пожароопасной ситуации на торфяных почвах, т. к. такой торф имеет меньшую влажность, большую среднюю плотность и теплоемкость. Кроме этого торф – продукт неполного разложения растительной массы в условиях избыточной влажности и недостаточной аэрации. Основными горючими составляющими у торфов являются углерод (52–56 % от общей массы) и водород (5–6 % от общей массы). Кроме этого, в состав торфа входит 30–40 % атомов кислорода, связанного в молекулах химических веществ, из которых состоит торф.

Торфяные пожары характеризуются стабильностью процесса горения. В значительной мере этому способствует слабое рассеивание тепла в атмосферу и низкая способность впитывать и удерживать влагу. При горении торфа около 50 % высвобождающегося тепла идет на прогрев смежных слоев. В результате этого распространение пожара осуществляется независимо от скорости и направления ветра, а в нижних покровах – во время дождя, снегопада. Пожаротушение на участках тор-

фяных полей затрудняется из-за возможности переброски горячей торфокрошки на значительные расстояния, в результате чего образуются новые очаги горения как по фронту, так и в тылу. По этой причине работающие на пожаре сотрудники МЧС могут быть отрезаны огнем и в условиях задымления слабо ориентироваться на местности [7].

Данные о количестве пожаров, произошедших на торфяных почвах и в лесах за 2005–2015 гг. в Республике Беларусь, приведены в табл. 2.

В табл. 3 представлена среднегодовая температура воздуха в Беларуси за 2005–2017 гг.

Анализ табл. 3 показывает, что самой высокой среднегодовой температурой воздуха характеризовался 2015 год – 8,5 °С. Затем по убывающей линии среди высоких температур воздуха идут года: 2008 г. – 8,0 °С, 2007 и 2014 – 7,8 °С, 2011 и 2013 – 7,5 °С, 2005, 2006 и 2012 гг. – 6,8 °С.

По литературным источникам, именно в 2015 г. средняя годовая температура воздуха была на 2,7 °С выше климатической нормы и оказалась самой высокой за весь период инструментальных наблюдений, начиная с 1881 г. [10].

При этом, исходя из табл. 4, среднегодовое количество осадков в Республике Беларусь было минимальным в 2015 г. и составило 540 мм. В 2008 г. количество выпавших осадков составило 689 мм, а в 2007 и 2014 гг. – соответственно 635 и 567 мм, в 2011 и 2013 гг. – 583 и 671 мм, 2005 и 2006 гг. – 649 и 635 мм.

Таблица 2 – Количество пожаров на торфяных почвах и в лесах [8]

Год	Количество пожаров
2005	1114
2006	3252
2007	1079
2008	673
2009	1485
2010	607
2011	433
2012	544
2013	272
2014	687
2015	1218

Таблица 3 – Среднегодовая температура воздуха по областям Республики Беларусь и г. Минску [9]

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Среднегодовая температура, °С													
Республика Беларусь	6,8	6,8	7,8	8,0	7,0	6,9	7,5	6,8	7,5	7,8	8,5	7,7	7,6
Области и г. Минск:													
Брестская	7,5	7,5	8,5	8,6	7,8	7,4	8,2	7,6	8,2	8,5	9,3	8,5	8,3
Витебская	6,1	6,2	6,9	7,3	6,3	6,2	7,0	6,0	6,8	7,1	7,8	6,9	6,8
Гомельская	7,4	7,2	8,4	8,6	7,7	7,8	8,0	7,4	8,3	8,4	9,2	8,3	8,2
Гродненская	7,0	7,1	7,8	8,1	7,0	6,5	7,6	6,9	7,5	7,8	8,6	7,7	7,6
г. Минск	6,8	6,9	7,8	7,9	6,9	6,9	7,5	6,7	7,5	7,8	8,7	7,8	7,6
Минская	6,6	6,8	7,6	7,8	6,8	6,7	7,4	6,6	7,3	7,7	8,4	7,4	7,4
Могилевская	6,3	6,2	7,3	7,6	6,7	6,7	7,0	6,2	7,1	7,2	8,1	7,2	7,1

Таблица 4 – Среднегодовое количество осадков по областям Республики Беларусь и г. Минску [11]

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Среднегодовое количество осадков, мм													
Республика Беларусь	649	645	635	689	811	728	583	757	671	567	540	742	765
Области и г. Минск													
Брестская	572	583	635	685	756	742	560	647	712	548	518	743	715
Витебская	668	720	639	732	752	770	657	785	670	622	571	741	824
Гомельская	637	703	589	708	637	624	704	844	660	533	520	720	712
Гродненская	713	620	638	710	773	769	583	672	675	589	569	786	797
г. Минск	766	728	586	684	899	820	631	839	677	604	563	756	788
Минская	695	663	585	691	805	788	579	766	657	582	574	778	806
Могилевская	649	601	657	643	828	651	574	830	650	523	499	671	730

То есть, анализируя данные табл. 3 и 4, можно говорить о тенденции влияния атмосферных осадков, температуры воздуха на частоту возникновения торфяных пожаров: с уменьшением выпадения атмосферных осадков или с увеличением температуры воз-

духа возрастает и количество пожаров. При этом не надо забывать, что человеческий фактор – небрежно брошенный окурок, оставленная зажженная спичка, несанкционированное сжигание палов сухой травы дачниками, работниками сельскохозяйственных организа-

ций – в полной мере участвует в возникновении торфяных пожаров.

После пожаров торфяные почвы претерпевают как физико-химические (зольность, степень разложения, влажность), так и агрохимические (содержание подвижных форм K_2O , P_2O_5 , доступного азота) изменения. Их плодородие изменяется. Процессы потерь питательных веществ из почв во время и после пожаров можно разделить на пять групп:

- окисление веществ почвы до газообразных форм;
- испарение (возгонка) веществ почвы;
- распыление частиц пепла с потоками горячего воздуха и ветром;
- вымывание ионов из почвенных растворов после пожара;
- эрозию почв.

Отрицательные последствия пожаров на торфяных почвах проявляются также в следующем:

- в травостое уменьшается количество ценных в кормовом отношении трав;
- в травостое начинают доминировать сорные растения;
- нарушается корневая система растений путем вымерзания (обугливание поверхности почвы приводит к увеличению амплитуды ее температур);
- исчезают поверхностно коренящиеся травы за счет ветровой эрозии, ведущей к более легкому выносу мелкозема, пепла и углистых частиц;
- слабее задерживается снег, и меньше влаги попадает в почву;
- повышается pH почвенного раствора.

Известно, что торфяные почвы являются крупнейшими хранилищами земного органического углерода. Установлено, что в разных по ботаническому составу торфяных почвах выделение углекислого газа, характеризующее процесс трансформации органического вещества, изменяется согласно результатам исследования от 5,5 до 540 мг $CO_2/m^2 \cdot час$ [12]. При этом в экстремально теплые периоды интенсивность выделения углекислого газа увеличивается до максимальных значений. В Республике Беларусь ежегодная эмиссия углекислого газа из осушенных, но неиспользуемых выработанных торфяников составляет до 24 т/га в год, что в 1,6–2,7 раза больше, чем

при возделывании зерновых культур и многолетних трав. Это объясняется тем, что на выработанных торфяных почвах происходит очень незначительное восполнение органического вещества из-за слабого развития растительного покрова [13–15]. В настоящее время с каждым годом средняя температура воздуха у поверхности Земли увеличивается на 0,2 °С. Это так называемый парниковый эффект, вызванный повышенным содержанием углекислого газа в атмосфере. Углекислый газ, подобно стеклу парника, пропускает лучистую энергию Солнца к поверхности Земли, но задерживает исходящие от Земли инфракрасные (тепловые) лучи и в результате создает тепличный (парниковый) эффект [16]. В условиях торфяных пожаров горючие материалы торфа полностью не сгорают. Из-за этого в результате химических реакций, кроме углекислого газа, образуются такие вещества, как метан, водород, оксиды азота, диоксид серы, органические соединения (аммиак, формальдегид, фенолы, бензопирен, альдегиды, диоксины), сажа и дым. Данные соединения входят в состав атмосферы и определяют химические процессы в ее верхних слоях. Ухудшение экологической обстановки на территории, подверженной торфяным пожарам, наиболее опасно для детей и людей, страдающих дыхательными заболеваниями. На радиоактивно загрязненной территории, а также территории сопредельных государств возможно еще и вторичное загрязнение территории радионуклидами. Кроме этого, существует вероятность радиационного облучения, в первую очередь пожарных, а также другого контингента лиц, попавших в область прохождения аэрозольного радиоактивно облака.

Потери от пожаров на торфяных почвах наносят большой экономический и экологический ущерб Республике Беларусь, т. к. выводят из оборота земли на длительные сроки, что не позволяет производить на них сельскохозяйственную продукцию в нужном количестве и соответствующего качества.

Под экономическим ущербом от пожаров на торфяных почвах понимаются выраженные в стоимостной форме прямые потери, упущенная выгода землевладельцев, землепользователей и собственников земли, затраты на

ликвидацию последствий от пожаров и экологический ущерб [17].

К прямым потерям относятся стоимость поврежденных или уничтоженных основных и оборотных фондов, готовой продукции предприятий и организаций и затраты под урожай будущего года (например, здания, сооружения, мелиоративная сеть с построенными сооружениями, подъездные пути, машины и оборудование, транспортные средства, горюче-смазочные и строительные материалы, запчасти, узлы, заготовленные торф и древесина, затраты на подсев сельскохозяйственных культур, семена и удобрения, закладку плантаций).

В общем виде прямые потери рассчитываются по формуле

$$U_{\text{пр}} = C_{\text{ioф}} + C_{\text{ioбф}} + \Gamma_{\text{пр}} + Z, \quad (1)$$

где $U_{\text{пр}}$ – прямые потери, руб.;

$C_{\text{ioф}}$ – сумма основных фондов, уничтоженных (сгоревших) полностью или частично по данным бухгалтерского учета с учетом износа и переоценки, руб.;

$C_{\text{ioбф}}$ – сумма оборотных фондов, уничтоженных пожарами по данным бухгалтерского учета с учетом переоценки, руб.;

$\Gamma_{\text{пр}}$ – себестоимость готовой продукции, уничтоженной пожаром, руб.;

Z – затраты под урожай будущего года (сельскохозяйственные затраты, затраты лесхозов).

Затраты на ликвидацию последствий от пожара включают расходы на расчистку, захоронение остатков, тушение пожара и рекультивацию земель.

Затраты на ликвидацию последствий пожара рассчитываются по формуле

$$U_{\text{зтр}} = Z_{\text{туш}} + Z_{\text{рек.зем}}, \quad (2)$$

где $U_{\text{зтр}}$ – затраты на ликвидацию последствий от пожара, руб.;

$Z_{\text{туш}}$ – затраты на тушение пожара, руб.;

$Z_{\text{рек.зем.}}$ – затраты на рекультивацию земель после пожара, включающие затраты на расчистку земель, захоронение остатков, посадку лесных насаждений, залужение или зарыбление, руб.

К упущенной выгоде относятся недополученный доход (прибыль) из-за неиспользования сгоревших (уничтоженных) основных фон-

дов, готовой продукции и затрат под урожай будущего года.

Упущенная выгода рассчитывается по формуле

$$U_y = C_{\text{ioф}} \times R_o + (\Gamma_{\text{пр}} + Z) \times R_{\text{и}}, \quad (3)$$

где U_y – упущенная выгода в результате уничтожения продукции, руб.;

R_o – рентабельность основных фондов, %;

$R_{\text{и}}$ – рентабельность, рассчитанная по издержкам производства, %.

Ущерб от потери торфа при пожаре определяется в зависимости от характера его использования. На торфяниках, используемых после осушения в сельскохозяйственном производстве, ущерб будет складываться из оцененной в рублях сгоревшей массы торфа как природного ресурса и недобора урожая сельскохозяйственных культур на сгоревших площадях. В этом случае ущерб от пожара на торфяниках будет равен:

$$U_{\text{сх}} = 1000 \times F \times h \times Y \times C_y + F \times X \times C_{\text{сх}}, \quad (4)$$

где $U_{\text{сх}}$ – ущерб от пожара на торфяниках, используемых в сельском хозяйстве, руб.;

F – площадь сгоревших торфяников, га;

h – средняя глубина сгоревшего торфа, м;

Y – выход воздушно-сухого торфа при 40 % влажности (т/куб. м), определяемый по специальным таблицам при известных влажности и степени разложения сгоревшего торфа. Влажность и степень разложения торфа берутся из «Паспорта торфяного месторождения»;

C_y – цена за одну тонну торфа, руб./т;

X – урожай сельскохозяйственных культур, ц корм.ед. с одного гектара;

$C_{\text{сх}}$ – цена за ц корм.ед. сельскохозяйственной продукции, руб.;

10000 – переводной коэффициент гектар в кв.м.

Поскольку пожар приводит к безвозвратной потере торфяников как основы сельскохозяйственного производства, то ущерб в сельском хозяйстве должен считаться не за один год, а за все время, в течение которого не предоставится возможным производить сельскохозяйственную продукцию на сгоревших территориях. Как свидетельствуют данные опыта и практики, минимальный срок, в течение которого торфяники после пожара выбывают из оборота для проведения необходимого

комплекса работ по рекультивации и освоению земель, составляет не менее пяти лет. С учетом этого экономический ущерб на использовавшихся в сельском хозяйстве торфяниках будет равным:

$$Y_{\text{эсх}} = 5 \times (2000 \times h \times k \times Y \times C_y + X \times C_{\text{сх}}). \quad (5)$$

Водорегулирующая и водоохранная роль болот после пожара уменьшится. В связи с этим величина ущерба от пожара на торфяниках должна быть увеличена на поправочный коэффициент k , величина которого принимается равным 1,05 при сгорании торфа на глубину до 25 см и 1,5 – при сгорании торфа на глубину 100 см и больше. При сгорании торфа на глубину 26–100 см коэффициент k принимается по интерполяции.

$$Y_{\text{эсх}} = 5 \times F \times (2000 \times h \times k \times Y \times C_y + X \times C_{\text{ох}}), \quad (6)$$

Суммарная величина ущерба на площадях, используемых в сельском хозяйстве будет равна:

$$Y_{\text{сх}} = Y_{\text{пр}} + Y_{\text{зтр}} + Y_y + Y_{\text{эсх}}. \quad (7)$$

На торфяниках, используемых для заготовки торфа на топливо или удобрение, экологический (природоохранный) ущерб от пожара определяется потерянными сгоревшей массой торфа, выраженной в рублях, с учетом водорегулирующей и водоохранной роли болот. Величину экологического ущерба в этом случае можно рассчитать по первому слагаемому формулы (6):

$$Y_{\text{эзт}} = 1000 \times k \times F \times h \times Y \times C_y, \quad (8)$$

где: $Y_{\text{эзт}}$ – экологический ущерб на площадях, используемых для заготовки торфа.

Общая величина ущерба на используемых для заготовки торфа на удобрение или топливо площадях определяется:

$$Y_{\text{зт}} = Y_{\text{пр}} + Y_{\text{зтр}} + Y_y + Y_{\text{эзт}}, \quad (9)$$

т. е. суммой прямых потерь основных и оборотных фондов, затрат на ликвидацию последствий и тушение пожара, упущенной выгоды и экологического ущерба.

Оценка ущерба от пожаров на торфяниках, находящихся в естественном состоянии, будет включать экологическую (природоохранную) составляющую и затраты на ликвидацию последствий пожара. Экологический ущерб при этом должен учесть все виды природных

ресурсов, произраставших на этой площади. Ущерб на таких площадях включает прежде всего потерю торфа как природного ресурса. Для его оценки используется формула

$$Y_{\text{эес}} = 10000 \times k \times F \times h \times Y \times C_y, \quad (10)$$

где: $Y_{\text{эес}}$ – экологический ущерб от потери торфа, находящегося в естественном состоянии.

Недревесные ресурсы на сгоревших торфяниках (клюква, черника, малина, голубика, грибы и др.) оцениваются на основе данных о запасах и по действующим ценам. Для этого используется формула

$$Y_{\text{энед}} = 5 \times \sum_j^m F_j \times X_j \times C_j, \quad (11)$$

где: $Y_{\text{энед}}$ – ущерб от сгоревших недревесных ресурсов на торфяниках, руб.;

F_j – площадь j -го недревесного ресурса, га;

X_j – урожайность j -го недревесного ресурса, кг/га;

C_j – цена (закупочная, сдаточная) за единицу недревесной продукции леса, руб./кг;

5 – срок в годах, в течение которых можно восстановить искусственным путем потерянные ресурсы после проведения необходимого комплекса работ по биологической рекультивации выгоревших торфяников.

Затраты на ликвидацию последствий и тушение пожара рассчитываются по формуле (2). Общий экологический ущерб от пожара на торфяниках, находившихся в естественном состоянии, рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{эес}} = 10\,000 \times j \times F \times h \times Y \times C_y + 5 \times \sum_j^m F_j \times X_j \times C_j. \quad (12)$$

При любом использовании торфяников величина ущерба дополняется ущербом от загрязнения атмосферы массой выбросов вредных веществ с учетом их агрессивности. Его величина рассчитывается по формуле

$$Y_{\text{в}} = K \times I \times G \times f \times \sum_j^m A_j \times F + h \times Y \times b_j, \quad (13)$$

где: K – коэффициент, значение которого равно 24 руб./усл. т;

I – индекс (дефлятор) цен по отношению к уровню 1986 г.;

G – коэффициент, учитывающий характер загрязняемой территории;

f – поправка на характер рассеивания примеси в атмосфере для пожаров на торфяниках, равная 1,0

$i...m$ – перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу при пожаре на торфяниках;

A_i – относительная агрессивность i -го загрязняющего вещества.

b_i – удельный выброс i -го загрязняющего вещества, выбрасываемого в атмосферу при пожаре на торфяниках, кг/т.

Общая сумма ущерба от пожара на торфяниках будет складываться из прямых потерь в виде уничтоженных пожаром основных и оборотных фондов, готовой продукции и затрат под урожай будущего года ($Y_{пр}$); дополнительных затрат на ликвидацию последствий пожара ($Y_{зтр}$); упущенной выгоды (Y_v); экологического ущерба в зависимости от характера использования торфяника ($Y_{эсх}$; $Y_{эст}$; $Y_{эес}$), а также из ущерба, наносимого народному хозяйству загрязнением окружающей среды выбросами вредных веществ при пожарах на торфяниках. В общем виде это можно выразить следующей формулой:

$$Y = Y_{пр} + Y_v + Y_{зтр} + (Y_{эсх} \times Y_{эст} \times Y_{эес}) + Y_z, \quad (14)$$

На торфяниках, находящихся в естественном состоянии и имеющих научное, историческое или особое защитное значение, заповедниках и заказниках к общей сумме ущерба от пожаров на торфяниках применяется коэффициент 2 [17].

При этом затраты на тушение пожаров на торфяных почвах составляют около 20 % от суммы общего ущерба. Однако, если не принимать мер по локализации и ликвидации данных пожаров, ущерб увеличивается в разы за счет распространения огня на соседние торфяники и расположенные поблизости населенные пункты, что также может сопровождаться человеческими жертвами.

С целью поиска альтернативных способов тушения торфяных пожаров по отношению к традиционным белорусским способам был произведен обзорно-аналитический анализ литературных источников, который показал, что на территории Российской Федерации на данный момент применяются несколько

новых способов тушения и/или предотвращения распространения торфяного пожара.

1. Способ, основанный на использовании сверхпоглощающих полимеров, включает следующие этапы: выкапывание канавы по периметру участка возникшего или вероятного пожара и заполнение этой канавы сверхпоглощающими (со)полимерами (СПП). При этом для полного или частичного набухания полимер постоянно обрабатывают водой в последовательных резервуарах или специальном центре и перевозят автоцистерной к месту засыпания. После этого его засыпают в канаву. Сверхпоглощающие полимеры хорошо известны в области тонкого органического синтеза. Их обычная форма – порошок. В основе их структуры лежит трехмерная сетка, аналогичная совокупности небольших лунок, каждая из которых подвержена деформации и поглощению воды. Благодаря этому они способны абсорбировать огромные количества воды и за счет этого набухать. Исходя из вышеописанного, основной характеристикой этих полимеров является высокая способность к набуханию в водных средах. Они могут абсорбировать и удерживать огромные количества воды – более чем в 100 раз превышающие их по массе. Они нашли широкое применение в сельском хозяйстве для удержания воды в почве, в гигиенических средствах для младенцев для впитывания мочи и других областях. Выявлено, например, что сшитые полиакриламидные сверхпоглощающие (со)полимеры поглощают объем воды в 100–250 раз больше собственного в зависимости от содержания солей. Поэтому они являются чрезвычайно эффективными теплоизоляторами.

В первом варианте СПП должны частично или полностью набухнуть, т. е. перед заполнением канавы их предварительно смешивают с водой, которую они абсорбируют. Во втором варианте СПП не обрабатывают предварительно водой, а заполняют канаву ими и водой по отдельности. Таким образом, канаву заливают водой до или после засыпания в нее СПП, в результате чего полимеры частично или полностью набухают уже в канаве. При небольшой глубине канавы (1 м) и малой рыхлости ее стенок полимер можно

поместить на дно и залить водой. В этом случае предпочтительны более крупные частицы (но менее 4 мм), обеспечивающие лучшее распределение воды и при этом достаточно долгое время набухания [18].

2. Способ, основанный на обеспечении профилактической локализации возможных очагов возгорания и повышении оперативности подавления действующих очагов путем быстрого их оконтуривания стенками-завесами из негорючего материала, обладающего свойством переходить из текучего состояния в неподвижное. Технический результат достигается тем, что перед прокладкой траншей по их линии определяют уровень критической влажности торфяника или лигнина путем глубинного зондирования. Производят одновременно прокладку траншей и заполнение их негорючим материалом. При этом траншеи прокладывают в виде щели глубиной до уровня критической влажности с формированием невозгораемой стенки-завесы из подаваемого в них негорючего материала, в качестве которого используют текучий гелеобразный слаботвердеющий раствор. Определение уровня критической влажности торфяника или лигнина проводят с шагом, обусловленным удаленностью от очага возгорания. Кроме того, щелевидные траншеи прокладывают с помощью кабелеукладчика и в качестве гелеобразного слаботвердеющего раствора используют раствор, составленный из минеральных компонентов на основе глины, цемента с добавкой структурообразователя.

3. Способ, основанный на применении быстротвердеющей пены для локализации очагов горения торфяных пожаров. Применение новой быстротвердеющей пены для локализации очагов горения торфяных пожаров позволяет создать негорючий затвердевающий при заполнении вертикальной завесы в виде полой щели материал, обладающий повышенной огнестойкостью.

4. Способ, основанный на использовании выхлопных газов в качестве завесы для предотвращения распространения пожара. Сущ-

ность указанного способа заключается в том, что, продвигаясь по намеченной трассе, пожарный агрегат дисковой фрезой прорезает в толще торфяного пласта узкую (шириной 80–100 мм) заградительную щель. При этом по гибкому рукаву, один конец которого подсоединен к выхлопной трубе агрегата, а другой – протягивается по дну щели, в ее полость подаются выхлопные газы от работающего двигателя. Поскольку эти газы тяжелее воздуха, они вытесняют его из полости щели, полностью заполняя собой весь ее объем. Одновременно из емкостей, установленных на агрегате, к его пеногенератору поступают пенообразующие компоненты, в качестве которых используют легко растворимые в воде карбомиднофенольные смолы и пенообразователи. В результате на выходе пеногенератора образуется поток огнестойкой пены, который в виде валика, более широкого, чем щель, наносится на поверхность торфяного пласта, закрывая сверху полость щели. Так как объемный вес пены незначителен, а ширина щели невелика, пена не проваливается вглубь, а лишь смыкает кромки щели, зависая над ней, что подтверждено опытным путем. В дальнейшем пена затвердевает и приобретает механическую прочность, что предотвращает вероятность разгерметизации замкнутого пространства, которое представляет собой полость щели после прохода агрегата. Выхлопные газы, проникая в пористые стенки щели, способны остановить горение раньше, чем оно дойдет до ее внутренней, обращенной к пожару, стенке. Заградительная щель, созданная по данному способу и полностью заполненная практически бескислородной средой, способна сдерживать продвижение торфяного пожара более эффективно, чем щель, заполненная пеной, поскольку в пузырьках пены содержится значительное количество кислорода. Вместе с тем способ обеспечивает резкое сокращение расхода пенообразующих компонентов, т. к. объем пенного валика в несколько раз меньше объема полости заградительной щели [19].

Заключение

Итак, на фоне более частых и длительных по времени засушливых явлений заметным фактором деградации торфяных почв становятся торфяные пожары. Торфяной пожар – неконтролируемое горение осушенных торфяных почв. В будущем, при непринятии своевременных мер относительно возникающих торфяных пожаров, есть угроза быстрого роста экологического и экономического ущерба в результате засух и засушливых явлений,

что может отразиться на устойчивом развитии Республики Беларусь [20].

Описанные в статье новые способы тушения торфяных пожаров на территории Республики Беларусь не применяются, поэтому требуют более детального изучения со стороны наших исследователей для дальнейшего их внедрения при ликвидации и локализации пожаров на почвах данного типа.

Библиографический список

1. Лихацевич, А. П. Мелиорация земель в Беларуси / А. П. Лихацевич, А. С. Мееровский, Н. К. Вахонин. – Минск : БелНИИМил, 2001. – 308 с.
2. Справочное руководство по ликвидации лесных и торфяных пожаров / сост. А. М. Сегодняк [и др.]. – Гродно : Гродненское областное управление МЧС Республики Беларусь, 2012. – 160 с.
3. Рекомендации по оптимизации структуры посевных площадей в сельскохозяйственных организациях с высоким удельным весом торфяных почв, загрязненных радионуклидами / Е. Г. Сарасеко [и др.]. – Гомель: Институт радиологии, 2011. – 38 с.
4. Развитие исследований в области генезиса и использования болот и торфяных месторождений республики Беларусь / Н. Н. Бамбалов [и др.] // Природные ресурсы. – 1999. – № 1. – С. 14-23.
5. Реймерс, Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека среды / Н. Ф. Реймерс. – М. : Просвещение, 1992. – 320 с.
6. Сегодняк, А. М. Справочное руководство по ликвидации лесных и торфяных пожаров / А. М. Сегодняк. – Гродно : Гродненское областное управление МЧС Республики Беларусь, 2012. – 40 с.
7. Сарасеко, Е. Г. Чем опасен торфяной пожар? / Е. Г. Сарасеко, В. Ф. Тимошков // Повышение плодородия почв и применение удобрений: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию со дня рождения заслуженного деятеля науки Беларуси, члена-корреспондента АН БССР, д-ра с.-х. наук, профессора Иванова С. Н. и 100-летию со дня рождения Героя Социалистического Труда, заслуженного деятеля науки Беларуси, академика ВАСХНИЛ, д-ра с.-х. наук, профессора Кулаковской Т. Н., Минск, 14 февр. 2019 г. / редколл.: В. В. Лапа [и др.] ; НАН Беларуси, РУП «Ин-т почвоведения и агрохимии», науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – С. 92-93.
8. Интернет портал Национального статистического комитета Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://belstat.gov.by/>. – Дата доступа: 11.03.2016.
9. Изменение климата. Температура воздуха. Национальный статистический центр Республики Беларусь. Официальная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovmestnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/b-izmenenie-klimata/v-1-temperatura-vozduha/> – Дата доступа: 18.01.2019.
10. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь / В. Мельник, В. Яцухно, Н. Денисов, Л. Николаева, М. Фалолеева. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.minpriroda.gov.by/uploads/files/Agroklimaticheskoe-zonirovanie-Respubliki-Belarus.pdf>. – Дата доступа: 09.01.2019.

11. Изменение климата. Атмосферные осадки. Национальный статистический центр Республики Беларусь. Официальная статистика [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by/ofitsialnaya-statistika/makroekonomika-i-okruzhayushchaya-sreda/okruzhayushchaya-sreda/sovместnaya-sistema-ekologicheskoi-informatsii2/b-izmenenie-klimata/v-2-atmosfernye-osadki/>. – Дата доступа: 18.01.2019.
12. Выработанные торфяные месторождения, их характеристика и функционирование / Л. И. Инишева [и др.]. – Томск: Издательство Томского государственного педагогического университета, 2007. – 185 с.
13. Бамбалов, Н. Н. Баланс органического вещества торфяных почв и методы его изучения / Н. Н. Бамбалов. – Минск: Наука и техника, 1984. – 175 с.
14. Ракович, В. А. Особенности функционирования выработанных торфяных месторождений в биосфере / В. А. Ракович, Н. Н. Бамбалов // Природопользование. – Минск, 1996. – Вып. 1. – С. 158-163.
15. Ракович, В. А. Влияние болот на формирование парниковых газов (на примере Беларуси) / В. А. Ракович, Н. Н. Бамбалов // Болота и биосфера: материалы Третьей научной школы, Томск, 3–16 сент. 2004 г. – Томск: Издательство ЦНТИ, 2004. – С. 137-146.
16. Родькин, О. И. Охрана окружающей среды / О. И. Родькин, В. Н. Копица. – Минск: Беларусь, 2010. – 166 с.
17. Об утверждении методических рекомендаций [Электронный ресурс] : приказ Мин. прир. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь, 22 июля 1996 г. № 166. / БелНИЦ «Экология», 1995. – Режим доступа: <http://zoneby.net/legal/n77docs/zk77273i/stranica3.htm>. – Дата доступа: 15.04.2016.
18. Процедуры тушения и/или предотвращения распространения торфяных пожаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://findpatent.ru/patent/257/2574983.html>. – Дата доступа: 09.09.2019.
19. Способ локального тушения торфяных пожаров и быстротвердеющая пена для локализации очагов горения торфяных пожаров [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://edrid.ru/rid/218.016.3271.html>. – Дата доступа: 09.09.2019.
20. Агроклиматическое зонирование территории Беларуси с учетом изменения климата в рамках разработки национальной стратегии адаптации сельского хозяйства к изменению климата в Республике Беларусь // Выполнение работ по проекту СЕЕF2016-071-VL в рамках Службы предоставления экспертных услуг. – Минск : Женева, 2017. – 84 с.

Поступила 11.10.2019

• НАШИ ЮБИЛЯРЫ •

100-ЛЕТИЮ МЕЛИОРАТИВНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ФАКУЛЬТЕТА УО "БГСХА"



*Корпус № 11
мелиоративно-строительного факультета
БГСХА*



*Ветераны факультета,
награжденные юбилейной медалью
«За заслуги в мелиорации земель»*



*Г. Г. Гулюк награждает
мелиоративно-строительный факультет
БГСХА медалью академика А. Н. Костякова*



*Ректор Академии
В. В. Великанов приветствует
участников юбилея*

Испокон веков человечество пыталось повысить продуктивность земли, улучшить водный режим почв, увеличить площади пригодных для земледелия территорий. Без специалистов, способных решать сложные задачи управления водным режимом, интенсивное развитие земледелия невозможно. Поэтому не случайно в Горы-Горецком земледельческом институте после большой подготовительной работы было начато обучение специалистов, которые могли быть как исполнителями, так и руководителями работ по осушению земель, обводнению и водоснабжению угодий и поселений, орошению, укреплению песков и оврагов, торфодобычанию, использованию водной энергии и регулированию рек. Декабрь 1919 г. стал официальной датой открытия факультета для подготовки специалистов-гидротехников, который в настоящее время носит название «Мелиоративно-строительный».

Изначально факультет именовался культуртехническим отделением Белорусского сельскохозяйственного института в г. Горки. Первым деканом факультета стал профессор И. К. Богоявленский. На начальном этапе активные научные исследования в области мелиорации проводили академики А. Д. Дубах, Р. П. Спарро и другие известные ученые, а в 1921 г. при институте была создана Западная опытно-мелиоративная организация. В 1923 г. из четырех факультетов института было сформировано два, одним из которых был инженерно-агрономический с отделениями сельскохозяйственной мелиорации и сельскохозяйственного машиностроения. С 1925 г. Горецкий сельскохозяйственный институт и Белорусский институт сельского хозяйства (г. Минск) объединились в новое учебное заведение – Белорусскую сельскохозяйственную академию с четырьмя факультетами, в том числе мелиоративным. В 1925 г. велась подготовка специалистов в области мелиорации и строительства на кафедрах: сельскохозяйственной мелиорации; гидрометрии и гидрологии; экономики мелиорации; почвоведения; топографического черчения; строительной механики; метеорологии и климатологии; минералогии и гидрогеологии; инженерно-мелиоративных изысканий; строительного искусства; геодезии; физики; осушения и торфяного дела; орошения и обводнения и др. Среди выпускников факультета довоенных лет были выдающиеся в будущем ученые: И. И. Агроскин, Х. А. Писарьков, А. Ф. Печуров, А. И. Ивицкий, В. М. Зубец, Б. И. Яковлев, В. И. Пучко, Г. И. Лашкевич и др.

После Великой Отечественной войны в 1948 г. институт был снова переименован в Белорусскую сельскохозяйственную академию. В 1949 г. в БСХА был восстановлен гидромелиоративный факультет. В 1955 г. начался набор студентов на заочную форму обучения по специальности «Гидромелиорация». В 1974 г. введен в эксплуатацию новый учебный корпус факультета – № 11, оснащенный уникальным лабораторным оборудованием, построены два студенческих общежития (№ 10А, 10Б) на 1000 мест. Конец 1970-х гг., по мнению многих, является периодом наивысшего расцвета факультета: здесь обучались более 1000 студентов, а на первый курс осуществлялся набор в количестве 250 абитуриентов. Факультет по праву входил в ряды лучших гидромелиоративных факультетов и вузов СССР. В то время функционировали кафедры: сельскохозяйственной мелиорации; эксплуатации гидромелиоративных систем; организации и технологии гидромелиоративных работ; строительной механики и инженерных конструкций; гидравлики; гидротехнических сооружений; сельскохозяйственного водоснабжения.

Многие выпускники факультета второй половины XX в. стали в последующем видными учеными (П. И. Закржевский, А. Н. Геращенко, В. Ф. Карловский, Л. А. Холодок, Г. И. Афанасик, В. М. Ларьков, В. Т. Климков, А. П. Русецкий, В. И. Кумачев, М. Г. Голченко, Г. Г. Гулюк, А. П. Лихацевич, В. И. Желязко, Ю. А. Мажайский и др.), производственниками и государственными деятелями (А. В. Алексанкин, А. П. Басюкевич, А. Н. Беляев, Л. И. Бердичевец, А. А. Зеленовский, В. В. Ермоленко, В. К. Столяров, А. А. Шахнович, Д. П. Юневич, О. Эсенов и др.).

С восстановлением факультета в 1949 г. огромное количество сотрудников занимались научными исследованиями. Среди них – Б. И. Яковлев, М. Я. Новиков, В. И. Пучко, Ф. К. Куропатенко,

А. И. Богданович, П. У. Равовой, Ф. В. Игнатенко, К. Т. Зайкин, Г. И. Михайлов, М. Г. Голченко, Т. Д. Лагун, В. И. Невдах, В. И. Вихров, В. И. Желязко, О. А. Шавлинский, М. Т. Ковалев, В. В. Дятлов, А. С. Анженков, А. А. Масловский, В. И. Кумачев, Л. И. Кумачев, В. И. Белясов, В. И. Высокоморный, В. Н. Чубуков, В. Н. Рылов, М. А. Шух, В. Н. Основин, Л. Г. Основина, В. И. Клипперт, П. Л. Макаренко, С. И. Понасенко, А. П. Русецкий, М. А. Жарский, Н. Ф. Гульков, В. К. Курсаков, Н. Н. Добролюбов, В. И. Закревский, Г. И. Евтух, В. М. Ларьков, Н. А. Палишкин, В. Н. Плужников, А. И. Модзалевский, М. В. Нестеров и др.

За столетнюю историю факультетом руководили 16 деканов: И. К. Богоявленский (1919–1925), А. А. Кравцов (1925–1926), Р. П. Спарро (1926–1927), В. В. Долинино-Иванский (1927–1930), Б. И. Яковлев (1949–1952), А. Н. Леушев (1952–1960; 1963–1968), А. Ф. Тимофеев (1960–1962), П. А. Андрейков (1962–1963), Н. Н. Добролюбов (1968–1972), П. У. Равовой (1972–1975), М. Г. Голченко (1975–1984), Т. Д. Лагун (1984–1997), В. Н. Основин (1997–2005), В. И. Невдах (2005–2007), В. И. Желязко (2007–2018), Р. А. Другомилов (с 2018).

Актуальность факультета для Республики Беларусь не вызывает сомнений. План набора студентов на первый курс специальности «Мелиорация и водное хозяйство» – 42 человека на дневную форму обучения и 50 на заочную; на «Сельское строительство и обустройство территорий» – 55 и 105 человек соответственно.

Сегодня на факультете обучается почти 1200 студентов. Подготовка научно-педагогических кадров высшей квалификации ведется через аспирантуру Академии, а также на основе договоров с РУП «Институт мелиорации», Белорусским национальным техническим университетом, Рязанским государственным агротехнологическим университетом имени П. А. Костычева и др.

В течение столетия факультет совершенствовался и развивался. Для кого-то он навсегда остался гидромелиоративным, многие запомнили его как факультет гидромелиорации и землеустройства, выпускники 1990-х гг. знали его как факультет мелиорации и водного хозяйства. Сегодня это мелиоративно-строительный факультет. Несмотря на смену названий и структурных преобразований, сегодняшних студентов и выпускников объединяет дух верности своей профессии, родному факультету, Академии, любовь к Беларуси.

*Р. А. Другомилов,
декан МФ УО "БГСХА"*

• ЧТОБЫ ПОМНИЛИ •



**ГРИГОРИЙ ИОСИФОВИЧ
ЛАШКЕВИЧ –
член-корреспондент
Академии наук БССР**
(к 115-летию со дня рождения)

10 октября 2019 г. исполнилось 115 лет со дня рождения члена-корреспондента АН БССР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора Григория Иосифовича Лашкевича.

Г. И. Лашкевич родился в д. Остров Кормянского района Гомельской области в семье крестьянина. В 1927 г. окончил Горецкий сельскохозяйственный институт (агронимический факультет, ныне Белорусская государственная сельскохозяйственная академия), в 1928 г. работал агрономом-культуртехником в Минском окружном земельном отделе. В 1929–1931 гг. учился в аспирантуре Всесоюзного научно-исследовательского института болотного хозяйства. После ее окончания Григорий Иосифович работал в этом же институте старшим научным сотрудником.

С начала 1930 г. проводил исследования на опытных участках Всесоюзного института болотного хозяйства в совхозах «10 лет БССР» Любанского и «Победа социализма» Хойникского районов, а также на Минской опытной болотной станции, где изучал вопросы устройства и использования сеяных пастбищ на торфяных почвах. В 1937 г. Г. И. Лашкевич защитил кандидатскую диссертацию на тему «Травосмеси и удобрения для пастбищ на осушенных болотах».

В 1942–1945 гг. находился в рядах Советской Армии. После демобилизации Григорий Иосифович возобновил научную работу в Белорусском научно-исследовательском институте мелиорации и водного хозяйства в качестве заведующего отделом сельскохозяйственного использования мелиорированных почв. В 1957 г. он защитил в Ленинградском сельскохозяйственном институте докторскую диссертацию на тему «Возделывание конопли на торфяных почвах». В 1960 г. ему было присвоено звание профессора, а в 1961 г. Г. И. Лашкевича избрали членом-корреспондентом Академии наук БССР.

В течение ряда лет Григорий Иосифович читал лекции в Гродненском сельскохозяйственном институте. Много внимания уделял подготовке научных кадров: под его руководством 11 аспирантов стали кандидатами сельскохозяйственных наук.

Г. И. Лашкевич провел научные исследования, имеющие важное научное и практическое значение: он разработал эффективные приемы, повышающие плодородие торфяных почв и продуктивность сельскохозяйственных культур. Результаты исследований опубликованы

в более 200 научных работах, в т. ч. в пяти монографиях: «Устройство, использование пастбищ на осушенных болотах и уход за ними» (1947); «Коноплеводство на торфяных почвах» (1953); «Применение микроудобрений на торфяных почвах» (1955); «Плодородие торфяных почв и возделывание конопли» (1962); «Сахарная свекла на торфяных почвах» (1965). Научные работы Григория Иосифовича отличаются оригинальностью и новизной.

Г. И. Лашкевич впервые в Беларуси разрешил вопросы устройства и использования сеяных пастбищ, выявил влияние водного и пищевого режимов на отавность и продуктивность многолетних трав на торфяных почвах. Он установил действие и последствие макро- и микроудобрений на урожай, видовой состав травостоя, поедаемость и его кормовое достоинство; разработал эффективные способы обработки старопахотных почв под зерновые культуры, а также исследовал влияние влажности почвы и удобрений на урожай и качество зерновых культур; дал рекомендации по применению комплекса агротехнических приемов, обеспечивающих высокую продуктивность.

Он определил водопотребление сельскохозяйственных культур и доказал, что при недостатке питательных веществ в почве потребление влаги увеличивается в 2 раза. Г. И. Лашкевич установил также коэффициенты водопотребления культурными растениями в зависимости от влажности торфяной почвы и уровня урожайности. Им исследовано влияние меди на поступление питательных веществ в растения, эффективность ее при разном соотношении между азотом, фосфором и калием. Григорий Иосифович не был сторонником глубокого осушения и рекомендовал строительство мелиоративных увлажнительных систем двустороннего действия с водорегулирующими сооружениями, обеспечивающими оптимальное увлажнение почвы.

За плодотворную научно-исследовательскую деятельность Григорий Иосифович был награжден тремя медалями СССР, а также дипломами ВДНХ. Имя этого известного ученого, одного из создателей мелиоративного земледелия в Беларуси, не останется забытым.

П. Ф. Тиво,
доктор сельскохозяйственных наук

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

2. 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, библиографию.

3. К статье необходимо приложить: экспертное заключение о возможности опубликования; краткие сведения об авторах: фамилия, имя и отчество автора полностью, ученое звание, ученую степень, должность или профессию, полное название учреждения (организации), телефон и адрес для связи с автором. Если авторов несколько, то сведения представляются по каждому автору отдельно.

4. Представляемые материалы должны включать следующие элементы: индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК); ключевые слова на русском и английском языках; аннотацию на русском и английском языках (500 знаков); введение; основную часть, включающую графики и рисунки; заключение, завершаемое четко сформулированными выводами; список цитированных источников. Согласно Постановлению ВАК Беларуси от 22.02.2006 №2 (глава 5 Инструкции по оформлению диссертации, автореферата и публикации по теме диссертации).

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

6. Основная часть статьи должна содержать описание методики, объектов исследования и подробно описывать содержание исследований, проведенных автором (авторами). Полученные результаты должны быть обсуждены с точки зрения их научной новизны и сопоставлены с соответствующими известными данными.

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

8. Библиографический список оформляется в соответствии с ГОСТ 7.1–2003, располагается в конце текста, нумеруются согласно порядку цитирования в тексте и заключаются внутри квадратных скобок (например: [1], [2]). Обязательно указывается общее количество страниц в книге или номера страниц от начала до окончания статьи. Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

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

10. Обязательно прилагаются распечатанные на бумажных листах 2 экземпляра статьи, подписанные авторами.

11. 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 брать из гарнитуры «Symbol». Математические формулы (lim, sum, ln, sin, Re, Im и т. д.) и цифры набираются прямым начертанием.

12. Рисунки предоставляются 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 (желательно кегль 8). Площадь простых рисунков не должна превышать 100–150 см², размер сложных – не более 130–160 мм.

13. Размерность всех величин, используемых в статьях, должна соответствовать Международной системе единиц измерения (СИ), за исключением температуры, которую допускается приводить в °С.

14. Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку.

Уважаемые читатели!

В 2019 году распоряжением Министерства образования и науки Российской Федерации от 12 февраля 2019 года №21-р наш журнал включен в Перечень научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Приглашаем научных работников Беларуси и ближнего и дальнего зарубежья присылать статьи для размещения в журнале «Мелиорация».

Адрес электронной почты: info@niimel.basnet.by.

Для заметок