

ISSN 2070–4828

МЕЛИОРАЦИЯ

Научный журнал

№ 3(101)

Основан в 1951 году
Выходит 4 раза в год

Июль – сентябрь, 2022



Минск
2022

СВИДЕТЕЛЬСТВО № 411

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

Республиканское научное дочернее унитарное предприятие «Институт мелиорации»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР:

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

РЕДКОЛЛЕГИЯ:

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

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

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

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

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

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

д-р с.-х. наук **П. Ф. Тиво**

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

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

канд. техн. наук **Э. Н. Шкутов**

Журнал рецензируется.

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

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

06.01.02 – мелиорация, рекультивация и охрана земель;

06.01.06 – луговое хозяйство и лекарственные эфирно-масличные культуры.

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

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

Редакция не несет ответственности за возможные неточности по вине авторов.

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

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

Журнал «МЕЛИОРАЦИЯ»

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

748562 — для предприятий и организаций.

Подписку можно оформить во всех отделениях связи.

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

Компьютерная верстка **И. В. Скуратович**

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

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

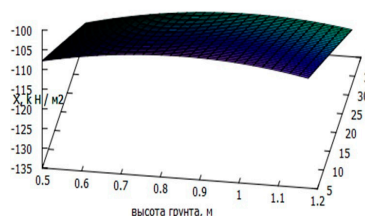
Отпечатано РУП «Информационно-вычислительный центр Министерства финансов».
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 2/41 от 29.01.2014.

© РУП «Институт мелиорации», 2022

Содержание Contents

Мелиорация

Land improvement



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

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

5

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

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



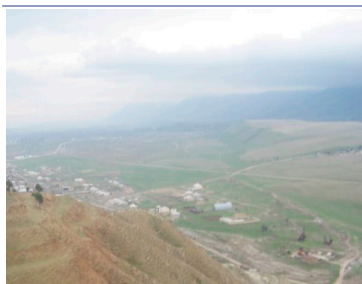
С. В. Набздоров

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

13

S. V. Nabzdorov

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



Н. З. Мехтиева

Типы солей почв на территории Сиязань-Сумгаитского массива

19

N. Z. Mehtiyeva

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

Кормопроизводство

Forage production



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

Создание устойчивых агроэкосистем на мелиорированных торфяных почвах разной степени трансформации

24

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



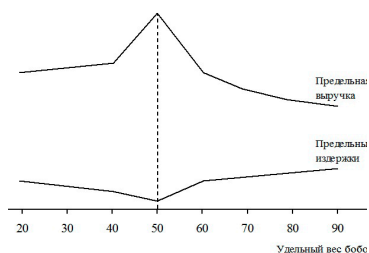
Н. Н. Цыбулько, В. Б. Цырибко, А. М. Устинова

Формирование почвозащитных севооборотов и систем обработки почвы на дефляционноопасных землях

30

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

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



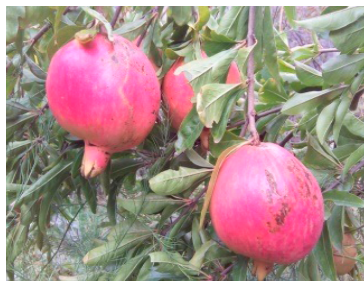
Е. Б. Евсеев, В. С. Филипенко

Аспекты создания бобово-злаковых агрофитоценозов в регионе Припятского Полесья

48

E. B. Evseev, V. S. Filipenko

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



Ф. А. Гулиев, Л. А. Гусейнова

Макрофомоз гранатовых кустов в условиях западной части Азербайджана

58

F. A. Guliev, L. A. Huseynova

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

Чтобы помнили



To be remembered

Захар Николаевич Денисов (к 130-летию)

65

Анна Ивановна Хотько (к 120-летию)

66

Василий Мартынович Зубец (к 115-летию)

67

Виктор Николаевич Кондратьев (к 85-летию)

69

• МЕЛИОРАЦИЯ •

УДК 628.147.1

АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТОВ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ВОДОВОДА ПРЯМОУГОЛЬНОГО СЕЧЕНИЯ ПРИ РАБОТЕ В РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

В. Г. Дегтярев, кандидат технических наук

О. Г. Дегтярева, доктор технических наук

Н. В. Коженко, кандидат технических наук

*Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина,
г. Краснодар, Россия*

Аннотация

На внутрихозяйственной оросительной сети геометрические размеры и поперечный профиль водовода зачастую диктуются физической потребностью его пропускной способности на данном участке. Вопрос о рациональном поперечном профиле водовода напрямую связан с его напряженно-деформированным состоянием при работе. Производственный и эксплуатационный опыт показывает, что устройство водоводов осуществляют без должного анализа тотальных напряжений в грунте и самих конструкциях. Объект исследования – водовод прямоугольного поперечного сечения при воздействии на него статических, динамических нагрузок и их сочетаний.

Ключевые слова: водоводы, поперечные сечения, напряженно-деформированное состояние, полные напряжения, численное моделирование, математический анализ.

Abstract

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

ANALYSIS OF THE STRESS-STRAIN STATE ELEMENTS OF A RECTANGULAR SECTION WATER LINE WHEN WORKING UNDER VARIOUS CONDITIONS

On an on-farm irrigation network, often the geometric dimensions and cross-sectional profile of the water conduit are dictated by the physical need for its throughput in a given area. The question about the rational transverse profile of the conduit directly related to its stress-strain state during operation. Production and operational experience shows that the installation of water conduits is carried out without a proper analysis of the total stresses in the soil and in the structures themselves. The object of study is a water conduit with a rectangular cross section under the influence of various loads on it: static, dynamic, and their combinations.

Keywords: conduits, cross sections, stress-strain state, total stresses, numerical modeling, mathematical analysis.

Введение

Доступные ресурсы — это одна из основ развития любого региона страны. Нехватка пресной воды сдерживает развитие ряда территорий России, и эта негативная тенденция год от года только усугубляется [1].

Для расширения площадей орошения и экономии водных ресурсов необходимо совершенствовать энергосберегающие технологии и технические средства, участвующие в водораспределении [2, 3]. При использовании программного продукта Midas GTX NX получены массивы цифровых данных по водоводу

прямоугольного сечения [4]. Они обработаны в программе wxMaxima, результаты подверглись в дальнейшем последовательному, всестороннему анализу, который позволил оценить рациональность использования данного поперечного профиля водовода с учетом его напряженно-деформированного состояния (далее – НДС) в условиях работы.

Один из вариантов водовода прямоугольного поперечного сечения представлен на рис. 1, а на рис. 2 – геометрические характеристики водовода в плане.

За ответственные водопроводящие сооружения на внутрихозяйственной оросительной сети принимаются те, над которыми проходят дороги. При этом выбор конструктивно-технологического решения как по водоводу, так и по дороге зависит от функционального значения водопроводящей сети и реальных связей проходящей дороги с дорогами более высокого порядка [5].

Как можно видеть на рис. 1–2, основные несущие элементы водопропускного сооружения – это монолитные бетонные блоки, конструктивно представляющие опоры и железобетонные плиты, формирующие пролет. Стоимость подобного вида сооружений непосредственно зависит от НДС, прямо пропорционально коррелирующего с шириной железобетонных конструктивных элементов и со степенью их армирования [6].



Рис. 1. Общий вид водовода прямоугольного сечения (фото авторов, 2021 г.)

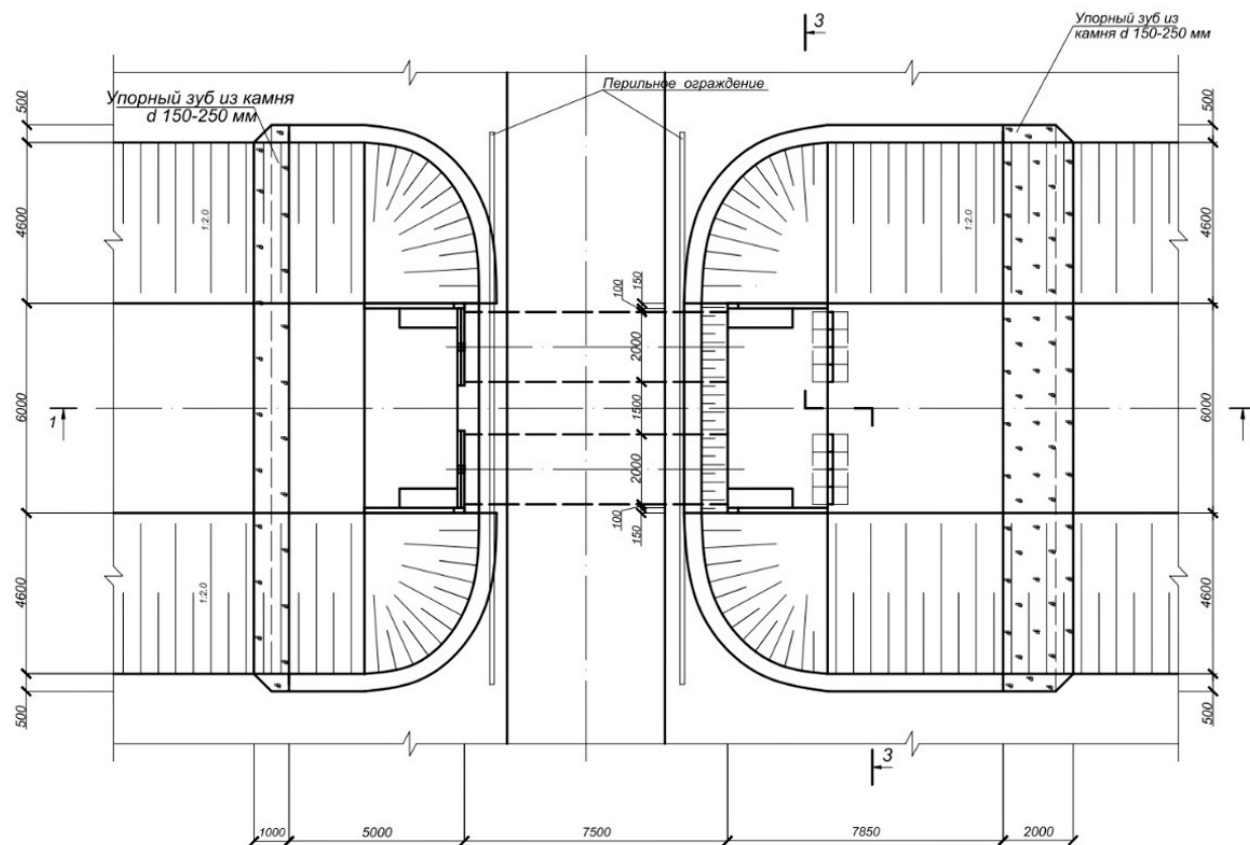


Рис. 2. Геометрические размеры водовода в плане

Основные результаты исследований и их обсуждение

Рассмотрим напряженно-деформированное состояние водовода прямоугольного поперечного сечения, размещенного в однородном грунте обратной засыпки.

При этом за факторы, наиболее влияющие на функцию отклика, принимаем высоту грун-

та над верхней частью водовода и нагрузки от оси автомобиля, проходящего по образованному мостовому переезду. Работа водовода рассматривалась посредством численного моделирования; использовался метод конечных элементов [7].

Расчеты осуществлялись с применением программного комплекса Midas GTX NX, что обосновывается, во-первых, трудоемкой задачей аналитического решения ввиду наличия в грунте нелинейных свойств, консолидационных процессов, во-вторых, возможностью динамического разжижения грунта засыпки и упрочнения во временной области. Достоверность получаемой информации по решению задач подтверждается сертификатом соответствия государственным стандартам

Российской Федерации (касающимся информационных технологий, оценки качества программных средств, программной продукции, мелиоративных систем и сооружений методов лабораторного определения физических характеристик грунтов, лабораторного определения параметров их переуплотнения, др.) и Еврокоду, а также верификационным тестированием разработчика и авторов статьи.

На рис. 3 представлена расчетная модель водовода прямоугольного поперечного сечения.

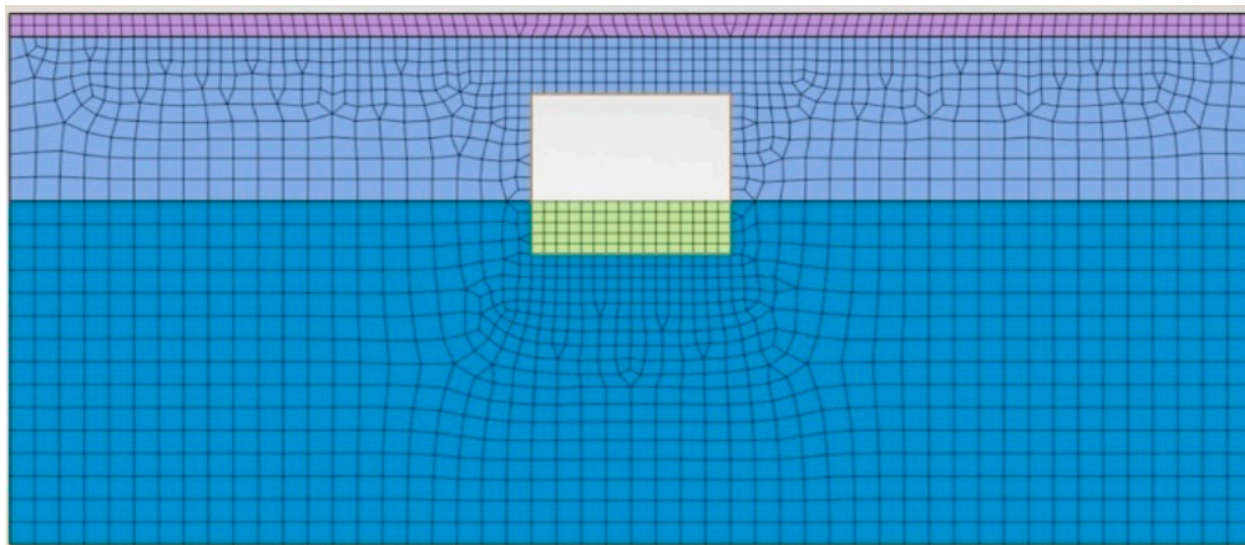


Рис. 3. Расчетная модель водовода прямоугольного поперечного сечения

При формировании расчетной модели данного водовода учтены следующие ограничения:

- закрепление контура модели, обеспечивающего невозможность вертикального и горизонтального перемещения;
- этапное формирование модели с учетом вышепредставленных ограничений (последовательное формирование ограничений);
- ограничение, обеспечивающее отсутствие возможности больших перемещений для ускорения расчета.

Для разработки математической модели, основанной на большом массиве цифр, полученных в результате численного моделирования процесса работы водовода в описанных условиях, а также ее исследования, использован комплекс *wxMaxima* [8, 9]. Данное математическое программное обеспечение выбрано в силу наличия в нем широкого функционала, включая обширную библиотеку приложений. Также оно работает с другим программным

обеспечением и может использоваться в качестве интерфейса для числовых библиотек.

Исследования выполнены с целью оценки зависимостей полных напряжений от высоты насыпи, что позволяет оптимизировать параметры прямоугольных водоводов.

В свою очередь, из анализа производственных ситуаций принят фактор высоты грунта над водоводом (h) и назначен к изменению от 0,5 и до 1,2 м, а фактор нагрузки от оси автомобиля (f) принят к изменению от 5 и до 40 т. Геометрические размеры водовода в поперечном сечении, представляющем прямоугольник, составляют 1,5 x 2,0 м.

В ходе использования программного комплекса Midas GTX NX осуществлены расчеты напряженно-деформированного состояния водовода прямоугольного поперечного профиля, в частности TOTAL S-YY и S-XX (кН/м²); они приведены для постоянной высоты грунта над верхом водовода в 0,9 м и при его расположении на однородном грунте обратной засыпки (табл. 1).

Таблица 1. Полные напряжения в водоводе на насыпном основании в зависимости от высоты грунта над ним и нагрузки от оси автомобиля

Номер опыта	Высота грунта, h (м)	Нагрузка от оси авто, f (т)	Полные напряжения	
			TOTAL S-YY, кН/м ²	TOTAL S-XX, кН/м ²
1	0,9	5	-220,66	-104,54
2	0,9	10	-226,83	-107,70
3	0,9	15	-232,99	-110,86
4	0,9	20	-239,27	-114,08
5	0,9	25	-246,88	-117,77
6	0,9	30	-251,81	-120,51
7	0,9	35	-259,07	-124,24
8	0,9	40	-264,41	-126,98

Расчетные данные табл. 1 – один из фрагментов расчетов. Далее они выполняются при сочетании всех указанных факторов влияния, в результате чего появляется большой массив цифр, описывающих рассматриваемый процесс.

Полученный в итоге большой массив цифр, характеризующий процесс изменения полных напряжений при расположении водовода на насыпном основании, представлен в виде матрицы. Ее фрагмент, как результат численного моделирования, имеет следующий вид:

$M:matrix$ ([0.5,5,-229.95], [0.5,10,-236.04], [0.5,15,-243.13], [2.5,20,-249.76], [0.5,25,-257.23], [0.5,30,-264.06], [0.5,35,-270.89], [0.5,40,-276.77], [0.6,5,-220.67], [0.6,10,-227.94], [0.6,15,-231.53], [0.6,20,-238.12], [0.6,25,-244.76]).

Численное моделирование – это один из эффективных методов изучения сложных систем. Компьютерные модели проще и удобнее исследовать, так как на них возможно проводить числовые эксперименты, абстрагируясь от природы, поэтому воспользуемся для анализа данным методом.

Для углубленного изучения полных напряжений, возникающих в водоводе прямоугольного сечения, расположенном на насыпном основании, необходимо получить математические модели процессов полных напряжений S-YY и S-XX (кН/м²). Затем последователь-

но осуществляется работа над матрицей для нелинейного анализа критериев моделей с применением метода наименьших квадратов.

Математическая модель процесса представляется в виде полинома:

$(M, [x, y, z], z = a + b \times x + c \times y + d \times x \times y + e \times x^2 + f \times y^2)$. При этом $[a, b, c, d, e, f]$ – список параметров, отвечающий за названия критериев, для которых отыскиваются оценки.

Опуская весь промежуточный объем расчетов, представим конечный результат для водоводов прямоугольного сечения, расположенных на насыпном основании, в виде полученных математических моделей полных напряжений:

полные напряжения TOTAL S-YY:

$$Z(x, y) = -256.027 + 100.183x - 1.403y + 0.222xy - 59.029x^2 - 7.425 \times 10^{-4} \times y^2;$$

полные напряжения TOTAL S-XX:

$$Z(x, y) = -122.585 + 51.608x - 0.723y + 0.114xy - 30.507x^2 - 2.904 \times 10^{-4} \times y^2.$$

На рис. 4 представлена визуализация расчета полных напряжений TOTAL S-YY в водоводе, расположенном на насыпном основании при высоте грунта над водоводом 0,9 м и усилии от оси автомобиля в 10 т. На рис. 5 – при тех же факторах визуализация расчетов полных напряжений TOTAL S-XX. Формирование результатов выполнено благодаря техническим возможностям программных продуктов, в связи с чем шкалы изменения результатов показаны на фоне диалогового окна программы.

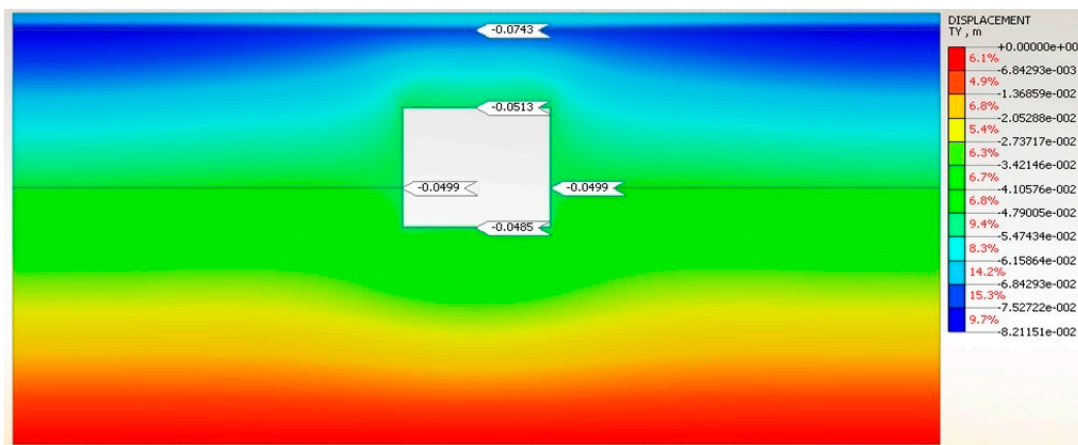


Рис. 4. Полные напряжения TOTAL S-YY, кН/м²

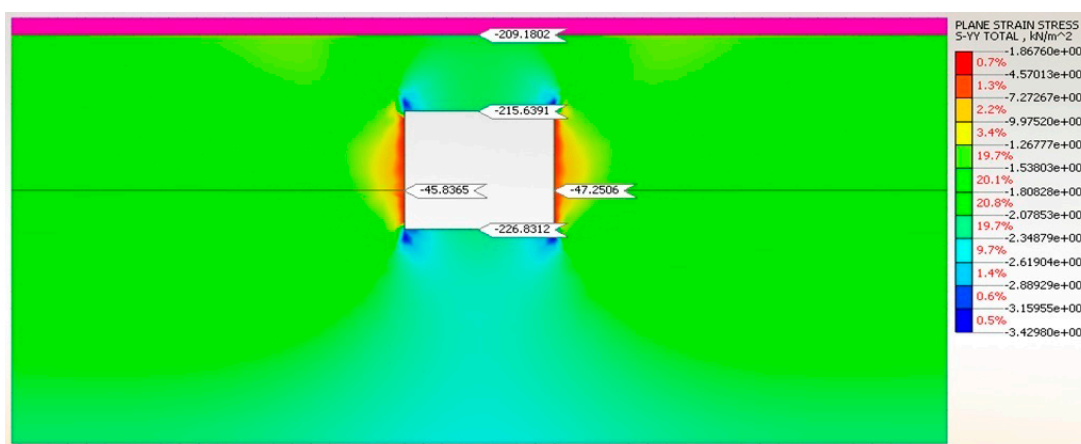


Рис. 5. Полные напряжения TOTAL S-XX, кН/м²

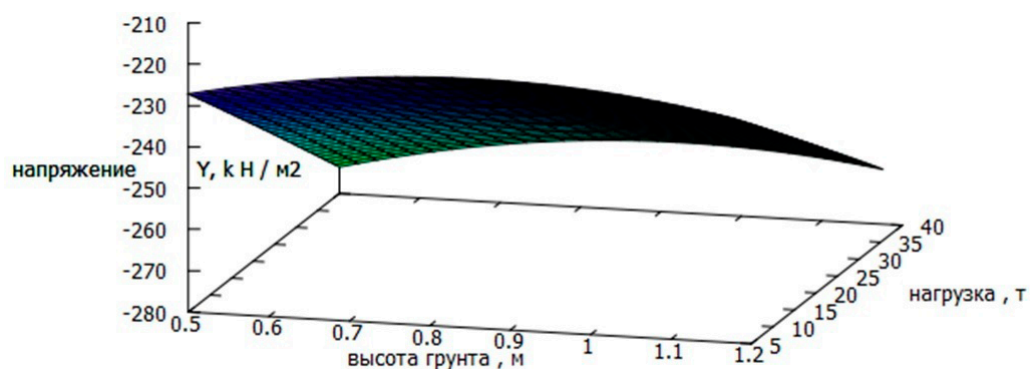


Рис. 6. Поверхность функции отклика TOTAL S-YY

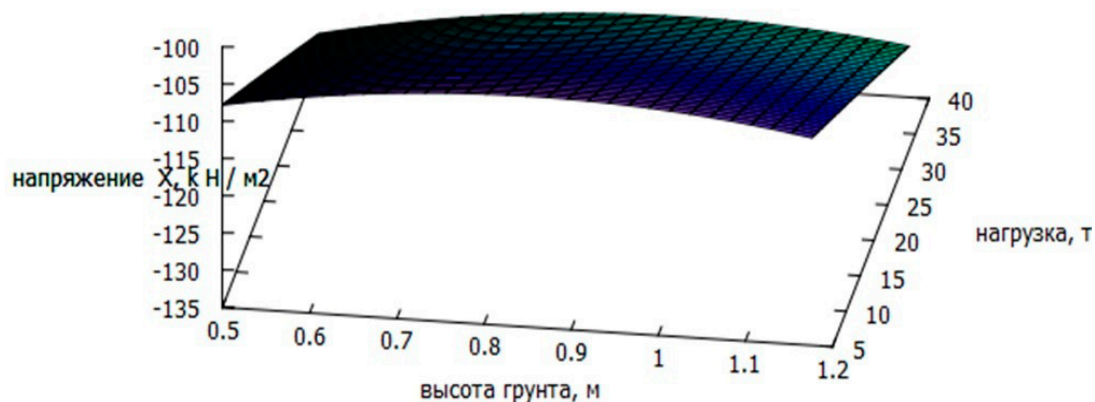


Рис. 7. Поверхность функции отклика TOTAL S-XX

С помощью вышепредставленных математических моделей осуществлено построение 3D-моделей поверхностей функций отклика: $Z = f(x, y)$ для TOTAL S-YY и S-XX (рис. 6 и 7). Также осуществлен последовательный анализ полученных поверхностей функций отклика путем построения линий равных уровней (рис. 8 и 9).

Дальнейшее исследование математических моделей и анализ геометрических графиков предполагают задание параметров исследуемых факторов на постоянных уровнях и по моделям, преобразованным таким образом, а также выявление степени влияния переменных факторов на функцию отклика.

При определении на постоянных уровнях высоты грунта над водоводом в параметрах 0,5; 0,85; 1,2 м из основной математической модели процесса полных напряжений S-XX получены соответствующие преобразованные уравнения:

$$\begin{aligned} \text{при } 0,5 \text{ м } Z &= -2,904 \times 10^{-4} \times y^2 - 0,666y - 104,408; \\ 0,85 \text{ м } Z &= -2,904 \times 10^{-4} \times y^2 - 0,626y - 100,760; \\ 1,2 \text{ м } Z &= -2,904 \times 10^{-4} \times y^2 - 0,586y - 104,586. \end{aligned}$$

Графическая интерпретация данных уравнений представлена на рис. 10 (напряжения при постоянных высотах грунта над водоводом 0,5; 0,85 и 1,2 м).

Следующий этап исследования математической модели процесса изменения полных напряжений S-XX – выведение на постоянные параметры фактора нагрузки от оси автомобиля на значения 5,0; 20,25; 40,0 т соответственно.

Данное действие позволило получить следующие соответствующие уравнения:

$$\begin{aligned} \text{при } 5,0 \text{ т } Z &= -30,507 x^2 + 52,179 x - 126,212; \\ 20,25 \text{ т } Z &= -30,507 x^2 + 53,920 x - 137,362; \\ 40,0 \text{ т } Z &= -30,507 x^2 + 56,176 x - 152,002. \end{aligned}$$

Данные уравнения графически проинтерпретированы на рис. 11 (напряжения при постоянных нагрузках на грунт от оси автомобиля в 5; 20,25; 40 т).

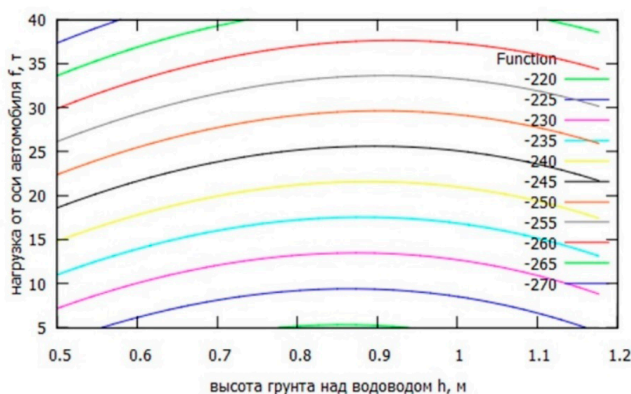


Рис. 8. Линии равных уровней по поверхности функции отклика TOTAL S-YY

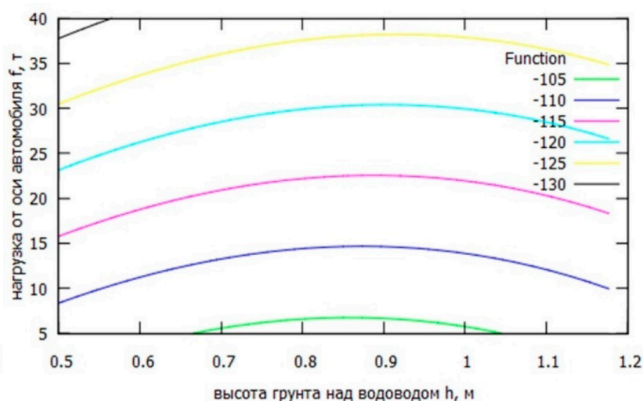


Рис. 9. Линии равных уровней по поверхности функции отклика TOTAL S-XX

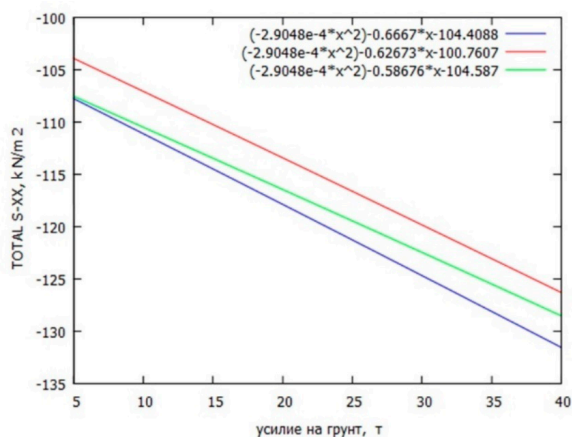


Рис. 10. Полные напряжения S-XX (в зависимости от нагрузки оси автомобиля на грунт)

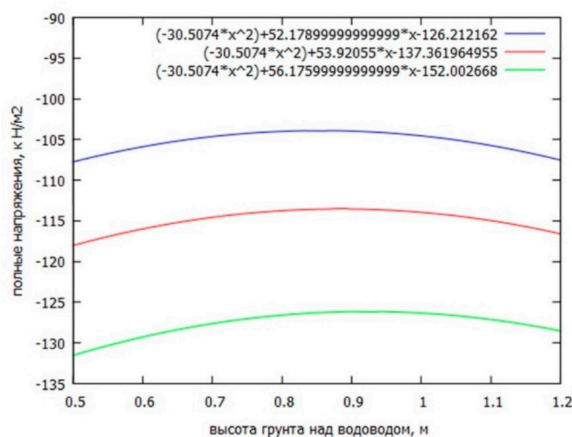


Рис. 11. Полные напряжения S-XX (в зависимости от высоты грунта над водоводом)

Далее исследовались полные напряжения S_{YY} на водоводе прямоугольного сечения в однородном грунте при постоянных высотах грунта над водоводом 0,5; 0,85; 1,2 м (в зависимости от нагрузки на грунт от оси автомобиля). Преобразование математической модели процесса изменения полных напряжений S_{YY} по указанным условиям позволило получить следующие уравнения:

$$\begin{aligned} \text{при } 0,5 \text{ м } Z &= -7,425 \times 10^{-4} \times x^2 - 1,292x - 220,692; \\ 0,85 \text{ м } Z &= -7,425 \times 10^{-4} \times x^2 - 1,214x - 213,519; \\ 1,2 \text{ м } Z &= -7,425 \times 10^{-4} \times x^2 - 1,136x - 220,809. \end{aligned}$$

Графическая интерпретация полученных уравнений показана на рис. 12 (напряжения при постоянных высотах грунта над ним 0,5; 0,85 и 1,2 м).

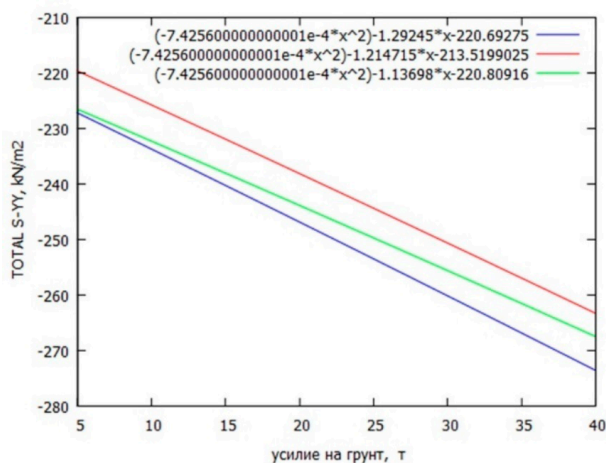


Рис. 12. Полные напряжения S_{YY} (в зависимости от нагрузки оси автомобиля на грунт)

Анализ полученных уравнений и графических зависимостей при исследовании полных напряжений S_{YY} и S_{XX} на водоводе прямоугольного сечения в однородном грунте при постоянных нагрузках на грунт от оси автомобиля в 5; 20, 25 и 40 т (в зависимости от высоты грунта над водоводом) позволяет прийти к выводу, что и горизонтальные, и вертикальные

Следующий этап исследования математической модели процесса изменения полных напряжений S_{YY} предполагал выведение на постоянные параметры фактора нагрузки от оси автомобиля, соответственно на значения 5,0; 20,25 и 40,0 т. Данное действие позволило получить следующие соответствующие уравнения:

$$\begin{aligned} \text{при } 5,0 \text{ т } Z &= -59,029x^2 + 101,293x - 263,063; \\ 20,25 \text{ т } Z &= -59,029x^2 + 104,680x - 284,752; \\ 40,0 \text{ т } Z &= -59,029x^2 + 109,067x - 313,335. \end{aligned}$$

Графическая интерпретация полученных уравнений представлена на рис. 13 (напряжения при постоянных нагрузках на грунт от оси автомобиля в 5; 20,25 и 40 т).

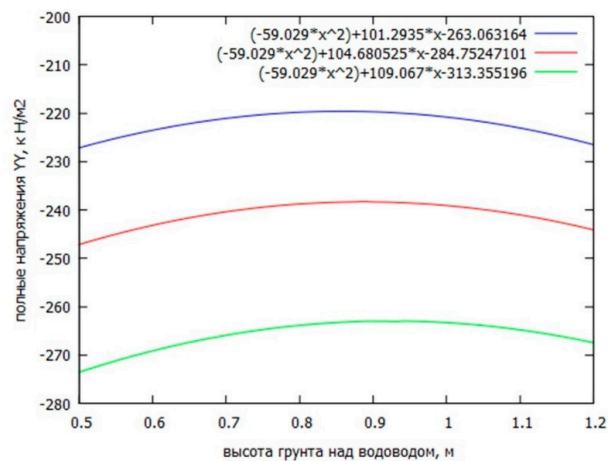


Рис. 13. Полные напряжения S_{YY} (в зависимости от высоты грунта над водоводом)

напряжения возрастают с увеличением нагрузки на грунт от автомобиля. В исследуемом диапазоне факторов функции отклика зафиксированы экстремумы по минимуму (табл. 2).

Итак, констатируем, что горизонтальные и вертикальные напряжения имеют незначительные изменения при существенном увеличении нагрузки на грунт от оси автомобиля.

Таблица 2. Экстремальные значения полных напряжений в водоводе прямоугольного сечения на однородном грунте

Нагрузки на грунт от оси автомобиля (т)	Высота грунта над водоводом (м)	Полные напряжения (кН/м²)	
		S_{YY}	S_{XX}
5,0	0,86	-219,82	-103,97
20,25	0,89	-238,25	-113,62
40,0	0,93	-263,1	-126,33

Заключение

Комплексный анализ математических моделей полных напряжений S_{YY} и S_{XX} на водоводе прямоугольного сечения на однородном грунте позволяет констатировать, что влияние выбранных к исследованию факторов на указанные напряжения существенно различается. Так, функция отклика S_{YY} изменяется от 220 и до 270 (кН/м²), то есть в пределе 50 кН/м², тогда как функция отклика S_{XX} изменяется от 105 и до 130 (кН/м²), то есть в пределе 25 кН/м², что в 2 раза меньше. Данный факт был геометрически проинтерпретирован посредством интенсивности линий сечений (рис. 8 и 9).

Анализ полученных уравнений и графических зависимостей при исследовании полных напряжений S_{YY} и S_{XX} на водоводе в одно-

родном грунте, при постоянных высотах грунта над водоводом 0,5 м, 0,85 и 1,2 м, а также в зависимости от нагрузки оси автомобиля на грунт, позволяет видеть сходную картину влияния факторов на функцию отклика. При этом воздействие линейное, а при наименьшей высоте грунта над водоводом имеется наиболее полное напряжение – как по функции S_{YY} , так и по функции S_{XX} .

Дальнейшее увеличение высоты грунта над водоводом до средних значений, принятых в исследовании, приводит к минимальным значениям функции отклика. Но при последующем увеличении высоты насыпи значение полных напряжений по обеим функциям опять увеличивается.

Библиографический список

1. Degtyarev, G. Designing an additional freshwater source infrastructure to ensure the environmental sustainability of coastal areas / G. Degtyarev, O. Takhumova // IOP Conf. ser.: Earth and environmental science. – 2019. – Vol. 395. – № 1. – P. 012001.
2. Дегтярев, Г. В. Исследование расходных характеристик регулирующего органа ленточного регулятора расхода воды методом планирования эксперимента / Г. В. Дегтярев, Н. В. Коженко // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2014. – № 1 (46). – С. 212–218.
3. Дегтярев, В. Г. Ленточный регулятор расхода с адаптивными характеристиками для рисовых чеков / В. Г. Дегтярев, Г. В. Дегтярев // Тр. Кубан. гос. аграр. ун-та. – 2012. – № 36. – С. 337–341.
4. Numerical modeling of condition of the bridge structure based on the results of national surveys / G. V. Degtyarev, G. S. Molotkov, A. N. Sekisov, D. A. Datsjo // Internat. journ. of engineering and technology. – 2018. – Vol. 7. – № 2.13, Spec. is. 13. – P. 226–230. DOI: 10.14419/ijet.v7i2.13.11866
5. Algorithm parallelizing for classifying the complex systems / E. K. Edgulova, Z. G. Lamerdonov, T. Yu. Khashirova, L. A. Moskalenko, V. A. Denisenko // Internat. conf. «Quality management, transport and information security, information technologies», St. Petersburg, 24–28 Sept. 2018 / St. Petersburg, 2018. – P. 620–622. DOI: 10.1109/ITMQIS.2018.8524982
6. Degtyarev, G. V. The seasonal regulation basin dam basis deformation forecast / G. V. Degtyarev, D. A. Dats'o // IOP Conf. ser.: materials science and engineering. – 2019. – Vol. 698. – № 2. – P. 022013. DOI:10.1088/1757-899X/698/2/022013
7. The monitoring of condition of hydraulic structures / F. K. Abdrazakov, S. S. Orlova, T. A. Pankova, E. N. Mirkina, T. V. Fedyunina // Journ. of advanced research in dynamical and control systems. – 2018. – Vol. 10. – № 13, Spec. is. – P. 1952–1958.
8. Information technologies at the choice of an optimum bank protection structures for highways in emergency situations / T. Yu. Khashirova, A. S. Ksenofontov, E. K. Edgulova, Z. G. Lamerdonov, H. S. Nartokov // Internat. conf. «Quality management, transport and information security, information technologies, St. Petersburg, 24–28 Sept. 2018 / St. Petersburg, 2018. – P. 656–658. DOI: 10.1109/ITMQIS.2018.8524978
9. Olgarenko, V. I. Technical condition diagnostics of the water supply facilities in the irrigation systems / V. I. Olgarenko, I. V. Olgarenko, V. I. Olgarenko // IOP Conf. ser.: materials science and engineering. – 2019. – Vol. 698, is. 2. – № 2. – P. 022060. DOI: 10.1088/1757-899X/698/2/022060

Поступила 22 августа 2022 г.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ОРОШЕНИЯ И ДОЗ УДОБРЕНИЙ НА УРОЖАЙНОСТЬ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ, САХАРИСТОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ И СБОР ОЧИЩЕННОГО САХАРА

С. В. Набздоров, старший преподаватель

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Беларусь*

Аннотация

Представлены результаты трехлетних полевых исследований по изучению влияния орошения на урожайность и качество сахарной свеклы. 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. Сахаристость корнеплодов по вариантам опыта практически не различалась, разница составила менее 1 %. Наибольший сбор очищенного сахара получен в варианте орошения с нижней границей регулирования влажности почвы 70 % НВ и при дозах удобрений в пределах $N_{90-120}P_{70-100}K_{150-260}$. При увеличении дозы удобрений до $N_{150}P_{110}K_{300}$ не наблюдалось роста сбора очищенного сахара. В целом можно сделать вывод, что орошение дает существенную прибавку урожая, не снижая содержания сахара в корнеплодах.

Ключевые слова: орошение, сахарная свекла, урожайность, сахаристость, сбор сахара.

Abstract

S. V. Nabzdorov

INFLUENCE OF IRRIGATION AND FERTILIZER DOSES ON YIELD, SUGAR CONTENT AND COLLECTION OF REFINED SUGAR OF SUGAR BEET

The results of three-year field studies on the effect of irrigation on the yield and quality of sugar beet are presented. While sugar beet irrigated on sod-podzolic light loamy soils, the maximum yield was observed on a variant with a lower limit of humidity regulation of 70 % HB in a layer of 0–40 cm. The sugar content of root crops according to the variants of the experiment practically did not differ, the difference was less than 1%. The largest collection of refined sugar was obtained in the irrigation variant with a lower limit of soil moisture regulation of 70% HB and with fertilizer doses within the limits of $N_{90-120}P_{70-100}K_{150-260}$. When the dose of fertilizers to $N_{150}P_{110}K_{300}$ increased, there was no increase in the collection of refined sugar. In general, it can be concluded that irrigation gives a significant increase in yield without reducing the sugar content in root crops.

Keywords: irrigation, sugar beet, productivity, sugar content, sugar collection.

Введение

Сахар – ценнейший продукт, один из основных углеводосодержащих источников питания человека. Он хорошо усваивается организмом, способствует сохранению и быстрому восстановлению работоспособности при физическом и умственном переутомлении. Сахар широко используют в пищевой промышленности. В Беларуси сахарная отрасль характеризуется устойчивым ростом производства сахара, что в настоящее время является одним из приоритетных направлений социально-экономического развития республики.

В европейских странах сахарная свекла – основная культура, используемая в качестве сырья для производства сахара [1]. Требова-

ния, которые предъявляет промышленность к свекле как сырью для производства сахара, следующие:

- сахарная свекла должна иметь максимально возможное содержание сахара в корнеплодах и высокую продуктивность по сбору сахара с гектара;
- в процессе переработки не должно возникать затруднений при нарезании корнеплодов в стружку, извлечении и очистке сока, фильтрации, выпаривании сока, уваривании, кристаллизации и фуговке утфелей;
- потери сахара в производстве должны быть минимальными, а выход сахара – максимальным и высокого качества [2].

Качество сахарной свеклы колеблется по годам и зависит от места возделывания культуры. На него влияют такие агротехнические факторы, как густота стояния, площадь питания и защита растения, удобрения, сроки посева, уборки и хранение, а также сам сорт [1].

В странах Европы и СНГ на сахарных заводах оплата за корнеплоды осуществляется по содержанию очищенного сахара, которое определяется как разность между сахаристостью и потерями сахара в мелассе [3]. Исследования, проведенные в Беларуси, показали, что азотное удобрение существенно влияет на содержание очищенного сахара в корнеплодах. Белорусскими учеными установлено, что на дерново-подзолистой супесчаной поч-

ве, подстилаемой с глубины 0,7 м моренным суглинком (Щучинский р-н Гродненской обл.), оптимальной дозой азотных удобрений под сахарную свеклу является N_{90} , вносимый в предпосевную культивацию на фоне $P_{90}K_{150}$ и 60 т/га навоза. Увеличение доз азота до $N_{120-150}$ снижает его окупаемость урожаем, содержание альфа-аминного азота возрастает, а на рост урожайности это существенно не влияет [4].

Валовый сбор очищенного сахара – это окончательный показатель качества сахарной свеклы. Его количество обуславливается урожайностью корнеплодов и массой очищенного сахара, полученного после переработки корнеплодов сахарной свеклы на сахарном заводе [5].

Основная часть

Полевые исследования по орошению сахарной свеклы проводились в 2017–2019 гг. на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве опытно-производственного комплекса «Тушково-1» Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, расположенного в Горецком р-не Могилевской обл. Одна из целей исследований – изучение влияния орошения и доз удобрений на сбор очищенного сахара.

Влияние режимов орошения и удобрений на урожайность сахарной свеклы изучалось с использованием общепринятой методики расчета водного баланса в слое почвы 0–40 см при воздействии двух задаваемых и контролируемых факторов А и В.

А – фактор орошения

Цель – изучить влияние режимов орошения на влагообеспеченность, водопотребление и урожайность сахарной свеклы.

Варианты:

A_1 – без орошения (контроль);

A_2 – поддержание влажности почвы в слое 0–40 см при нижней границе регулирования 60 % НВ;

A_3 – поддержание влажности почвы в слое 0–40 см при нижней границе регулирования 70 % НВ;

A_4 – поддержание влажности почвы в слое 0–40 см при нижней границе регулирования 80 % НВ.

В указанных вариантах опыта в соответствии с рекомендациями ученых РУП «Опытная станция по сахарной свекле» для обе-

спечения сравнимости данных во все годы исследований азотные удобрения вносили в дозах, дополняющих содержание азота в почве до одного уровня – N_{90} .

В – фактор удобрений

Цель – изучить влияние двух доз минеральных удобрений на урожайность сахарной свеклы на фоне разных режимов орошения: а) доза удобрений $N_{120}P_{90}K_{180}$; б) доза удобрения $N_{150}P_{110}K_{300}$.

Опыт заложен с систематическим размещением вариантов со смещением по повторностям.

Агротехника в опыте соответствовала общепринятой для условий региона. Полив участков с сахарной свеклой производился широкозахватной дождевальная машиной *Linsday-Europe Omega «Zimmatik»*.

Эффективность удобрений, величина урожая и качество продукции в значительной мере обусловлены метеорологическими условиями. В Беларуси ежегодно наблюдаются погодные аномалии, которые оказывают разное влияние на развитие сельскохозяйственных культур и формирование их урожая. Для атмосферных осадков характерна внутригодовая и многолетняя изменчивость как в пространстве (по территории), так и во времени. Например, установлено, что за последние десятилетия количество осадков на юге страны уменьшилось, на севере возросло [6].

Вегетационные периоды по условиям увлажнения в 2017–2019 гг. можно охарактере-

ризовать как средневлажные. Вместе с тем в каждом из них наблюдались засушливые периоды, негативно влияющие на формирование урожая сахарной свеклы. В каждом году для поддержания почвенной влажности в заданных схемой опыта пределах потребовалось проводить орошение культуры. Сроки поливов назначались при снижении влажности почвы в слое 0–40 см до принятых в вариантах опыта нижних предполивных уровней. Величина поливной нормы, соответствующая водоудерживающей способности почвы при нижней границе регулирования влажности 80 % НВ, составила 250 м³/га, а в вариантах с 70 и 60 % НВ – 300 м³/га (таблица).

Так, за три года исследований количество поливов по вариантам опыта было различным: в варианте с нижним пределом регулирования 80 % НВ потребовалось 2–3 полива, в варианте с нижним пределом регулирования 70 % НВ – 1–2 полива, в варианте с нижним пределом регулирования 60 % НВ – 1 полив.

Средняя за три года оросительная норма по вариантам 80, 70 и 60 % НВ равнялась 667, 500 и 300 м³/га соответственно [7].

На рис. 1 показана средняя урожайность сахарной свеклы за 2017–2019 гг. при следующих трех дозах: 1 – N₉₀P_{70–100}K_{150–260}; 2 – N₁₂₀P₉₀K₁₈₀; 3 – N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀. При поддержании нижней границы регулирования влажности почвы в слое 0–40 см на уровне 70 % НВ прибавка урожайности на фоне минеральных удобрений N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ составила 61 %, а на фоне удобрений N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ – 51 % по отношению к варианту без орошения. Остальные варианты также дали прибавку, которая в варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см выше 60 % НВ при дозе минеральных удобрений N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ составила 22 %, а при дозе минеральных удобрений N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ – 14 %. В варианте с поддержанием влажности почвы в слое 0–40 см от 80 % НВ прибавка на фоне минеральных удобрений N₁₂₀P₉₀K₁₈₀ составила 49 % и на фоне удобрений N₁₅₀P₁₁₀K₃₀₀ – 40 % [8, 9].

Таблица. Режим орошения сахарной свеклы в годы исследований

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

Одним из показателей по определению качества сахарной свеклы как сырья для выработки сахара является сахаристость корнеплодов. Их отбор для расчета сахаристости во все годы проводился 1 октября. Сахаристость свеклы, определяемая содержанием сахара в отношении к сырой массе, в Беларуси достигает в среднем 17,5 % (базисная 16,0 %). Диапазон колебаний сахаристости в зависимости от условий выращивания довольно широк: от 15 до 19 %, а в отдельных случаях может быть и более [10].

Результаты наших опытов за три года исследований представлены на рис. 2. Дозы 1–3 аналогичны показанным на рис. 1.

Как видим, сахаристость корнеплодов по вариантам опыта различалась несущественно: в среднем за три года исследований она изменялась в зависимости от режима орошения от 16,93 до 17,42 %, а от доз удобрений – от 16,7 до 17,8 %; разница не превысила 1 %. Таким образом, можно сделать вывод, что орошение дает существенную прибавку урожайности, не снижая при этом содержания сахара в корнеплодах сахарной свеклы.

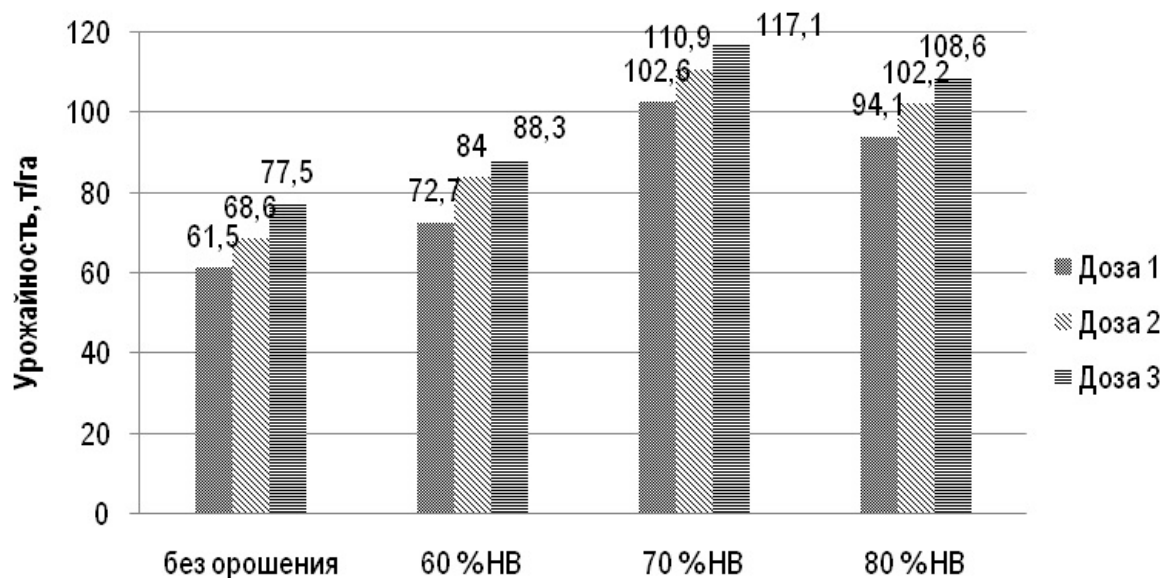


Рис. 1. Урожайность сахарной свеклы в среднем за 2017–2019 гг.

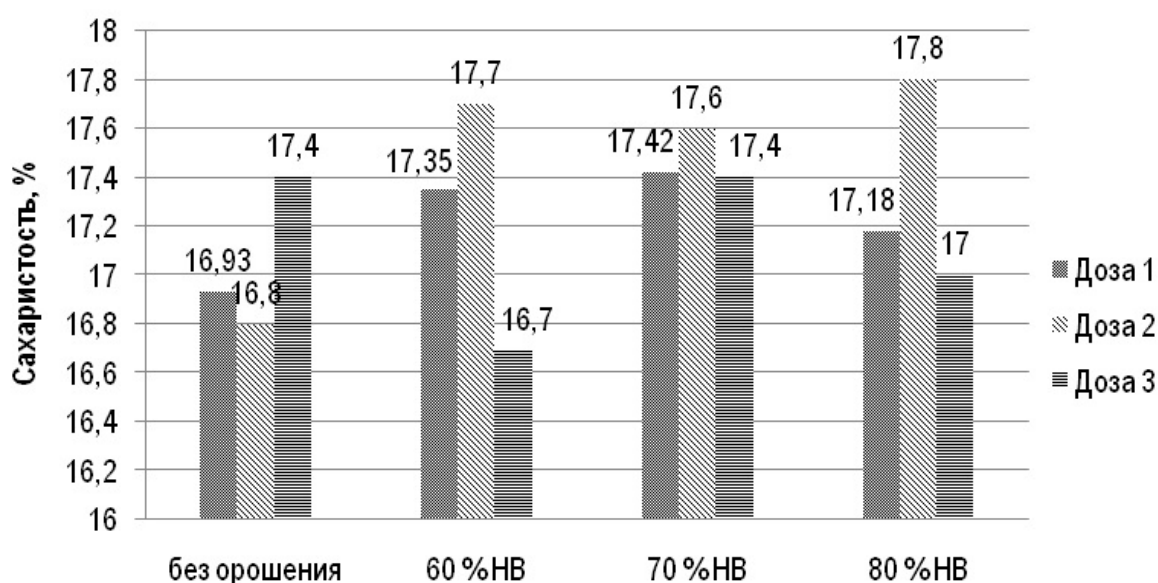


Рис. 2. Сахаристость сахарной свеклы в среднем за 2017–2019 гг.

Помимо содержания сахара в корнеплодах, другим важным показателем, характеризующим технологическое качество продукции, является содержание в них очищенного сахара. Валовый сбор очищенного сахара – это его масса, полученная после полной переработки корнеплодов на сахарном заводе. Эта масса определяется их урожайностью и сахаристостью. Исследования показали, что величина данного показателя зависит от режима орошения и доз удобрений.

При анализе режима орошения (рис. 3) в среднем за указанный период исследований наибольший сбор очищенного сахара наблюдался в варианте 70 % НВ и в зависимости от доз удобрений изменялся от 15,7 до 17,8 т/га. Прибавка к контролю составила от 5,9 до 6,8 т/га.

Анализ фактора удобрений показал, что при дозах азота $N_{120}P_{90}K_{180}$ и $N_{150}P_{110}K_{300}$ сбор очищенного сахара в варианте 60 % НВ колебался в пределах 12,9–13,1 т/га, в варианте 70 % НВ – 17,0–17,8 т/га, в варианте 80 % НВ – около 16,0 т/га. В контрольном варианте (без орошения) сбор очищенного сахара был минимален и колебался в зависимости от доз удобрений от 9,2 до 11,9 т/га.

Полученный нами результат подтверждает выводы ученых РУП «Опытная станция по сахарной свекле», установивших, что возделывать сахарную свеклу на хорошо окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, подстилаемой моренным суглинком, целесообразно на фоне удобрений не более $N_{90-120}P_{90-100}K_{150-180}$.

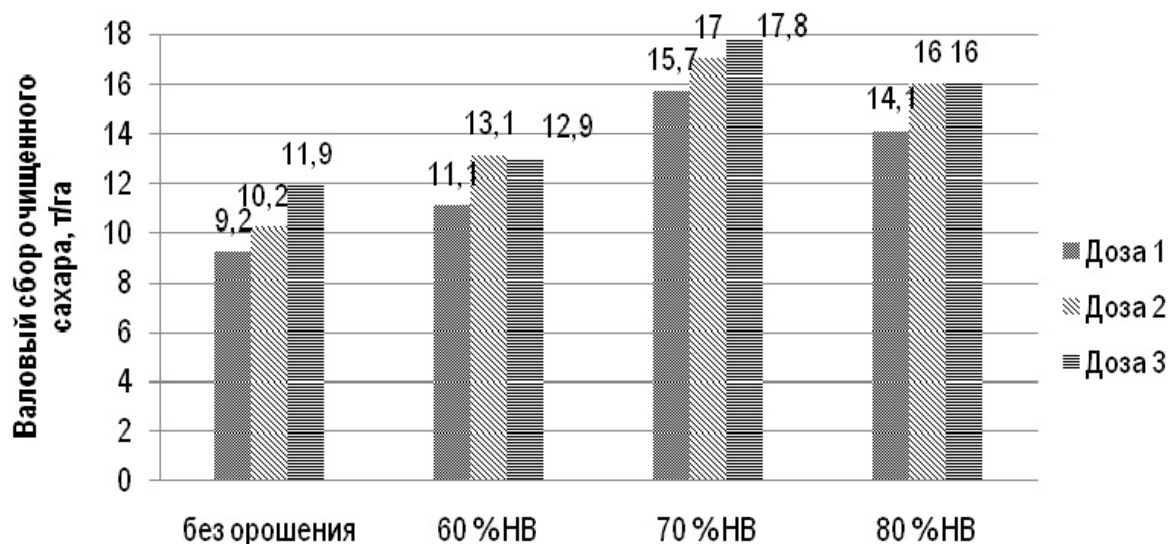


Рис. 3. Валовый сбор очищенного сахара при орошении и внесении разных доз удобрений (в среднем за 2017–2019 гг.)

Выводы

При орошении валовый сбор очищенного сахара возрастает с повышением нижней границы регулирования влажности почвы и с ростом доз вносимых удобрений, но до определенного предела. Установлено, что в среднем за три года наибольший сбор очищенного сахара получен в варианте орошения с ниж-

ней границей регулирования влажности почвы 70 % НВ при дозах удобрений в пределах $N_{90-120}P_{70-100}K_{150-260}$.

При увеличении дозы удобрений до $N_{150}P_{110}K_{300}$ увеличения сбора очищенного сахара не наблюдалось.

Библиографический список

1. Еникиев, Р. И. Качественные требования к сахарной свекле / Р. И. Еникиев, Д. Р. Исламгулов // Совр. наукоем. технологии. – 2013. – № 9. – С. 13.
2. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минск : МФЦП, 2011. – 364 с.

3. Шпаар, Д. Регулирование производства сахарной свеклы и сахара в Германии / Д. Шпаар, И. Шпихер // Сахар. свекла. – 1997. – № 6. – С. 20–23.
4. Рыбак, А. Р. Влияние азотных удобрений на урожай и качество корнеплодов сахарной свеклы / А. Р. Рыбак, А. И. Щетко // Состояние и пути развития производства сахарной свеклы в Республике Беларусь : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Опытной станции по сахарной свекле НАН Беларуси, Несвиж, 10–11 июля 2003 г. / Нац. акад. наук Респ. Беларусь, Опыт. ст. по сахар. свекле ; редкол.: И. С. Татур [и др.]. – Минск : Юнипак, 2003. – С. 100–102.
5. Хелемский, М. З. Об определении технологических качеств свеклы / М. З. Хелемский // Сахар. свекла. – 1995. – № 1. – С. 12–13.
6. Справочник по климату Беларуси : в 2 ч. / Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды. – Минск, 2017. – Ч. II. Осадки. – 64 с.
7. Набздоров, С. В. Влияние удобрений и орошения на динамику роста и урожайность сахарной свеклы / С. В. Набздоров // Мелиорация. – 2020. – № 2 (92). – С. 48–57.
8. Набздоров, С. В. Динамика роста и урожай сахарной свеклы, возделываемой при разных режимах влагообеспеченности на суглинистых почвах в условиях востока Беларуси / С. В. Набздоров // Вестн. БГСХА. – 2020. – № 1. – 140–144 с.
9. Набздоров, С. В. Зависимость динамики роста корнеплодов сахарной свеклы от удобрительного фона и орошения / С. В. Набздоров // Земледелие и растениеводство. – 2020. – № 6 (133). – С. 28–32.
10. Вострухин, Н. П. Сахарная свекла / Н. П. Вострухин. – Минск : МФЦП, 2005. – 392 с.

Поступила 7 сентября 2022 г.

ТИПЫ СОЛЕЙ ПОЧВ НА ТЕРРИТОРИИ СИАЗАНЬ-СУМГАЙТСКОГО МАССИВА

Н. З. Мехтиева, научный сотрудник

*Институт почвоведения и агрохимии НАН Азербайджана,
г. Баку, Азербайджан*

Аннотация

Проанализированы актуальное состояние, количество и тип солей почв опытного участка на территории Хызинского р-на Сиязань-Сумгайтского массива. Исследования 2019–2021 гг. показывают, что количество солей (по плотному остатку) составляет 0,20–1,28 %, тип солей сульфатный и хлоридно-сульфатный, показатель pH колеблется в пределах 7,5–8,8. На основании полученных результатов предлагаются мероприятия по улучшению этих почв.

Ключевые слова: засоленные почвы, карбонатность, pH, продуктивность, подземные воды.

Abstract

N. Z. Mehtiyeva

TYPES OF SALTS IN SOILS ON THE TERRITORY IN SIYAZAN-SUMGAYIT MOUNTAIN MASSIF

The modern state, quantity and type of salts of the experimental area of Khizi in the Siyazan-Sumgayit massive were analyzed. The performed researches 2019–2021 indicate that an amount of salts is (for dry residue) 0,20–1,28 %, a salt types are sulfated and chlorinated–sulfated, pH is 7,5–8,8. According to the obtained consequences, the measures are proposed for improvement of the same soils.

Keywords: salinized soils, carbonate content, pH, productivity, ground waters.

Введение

Реформы, проведенные за последние годы в аграрном секторе Азербайджана, привели к коренным изменениям во всех областях сельского хозяйства и создали условия для продовольственного изобилия в стране. Тем не менее исследования показывают, что хозяйственная деятельность человека негативно воздействует на природные экосистемы, влияет на водный и почвенный покровы.

Объект и методология исследования

В качестве объекта исследования выбран опытный участок в с. Гилязи Хызинского р-на, расположенном на Сиязань-Сумгайтском массиве. В течение 2019–2021 гг. взяты почвенные

Несмотря на то что природно-климатические условия Азербайджана позволяют выращивать сельскохозяйственные культуры круглый год, только 55,2 % земельного фонда пригодны для земледелия, причем их большая часть относится к засушливой зоне с недостатком влаги, поэтому производство сельскохозяйственной продукции без применения орошения невозможно.

образцы и выполнены лабораторные анализы, проводившиеся с использованием стандартных методик [1].

Обсуждение результатов исследования

Сиязань-Сумгайтский массив – часть прибрежной предгорной равнины на северо-востоке Азербайджана, примыкающей к Каспийскому морю и расположенной у подножия восточной оконечности Большого Кавказа.

Массив представляет собой равнину с плоским слабым склоном, тянущимся с северо-запада на юго-восток. В Сиязань-Сумгайтском массиве зимой ветры северные и северо-западные, летом южные и юго-восточные, а осенью и вес-

ной северные, западные и северо-западные. В открытых частях массива скорость ветра достигает 20–40 м/с и редко превышает 40 м/с.

В ходе исследований, проведенных на равнине Богаз (Сиязань-Сумгаитский массив) Н. А. Качинским [2] и его коллегами, было установлено, что гранулометрический состав почв массива с востока в сторону моря меняется от легко-суглинистых до тяжелых глинистых [3].

В северо-западной части Сиязань-Сумгаитского массива наблюдаются фрагменты горного рельефа, генетически тесно связанные с данной горной системой. Почвенный покров Сиязань-Сумгаитского массива очень разнообразен и в основном представлен серо-бурыми, серыми почвами, такырами и засоленными почвами. Исследования этого массива проводились Н. А. Качинским [2], М. Р. Абдуевым [3] и др.

Климатические показатели, растительность, рельеф, различные условия увлажнения (подземные воды) влияют на формирование и распространение почв, при этом ведущую роль играет рельеф местности. Серо-бурые почвы характеризуются отсутствием гумуса, из-за чего они выделены в свободный тип почвы. Вследствие того, что они плохо обеспечены поглощенной формой азота и фосфора, возникает необходимость применять во время орошения минеральные удобрения. Эффективность азотных и фосфорных удобрений высока, а калийных удобрений – несколько ниже. Внесение микроэлементных удобрений также весьма сильно влияет на плодородие этих почв [4].

Растительный покров Сиязань-Сумгаитского массива относится к полупустынному типу, который создает условия для накопления в почвах солей. Из-за засушливого климата здесь распространены в основном хорошо развитые солянково-полынные и эфемерные растения, вегетация которых заканчивается к началу засухи. А. А. Гроссгеймом выявлено, что в массиве широко распространены также пустынные и полупустынные растения [5].

Исследуемая территория входит в Девече-Гилазинский геоморфологический район, где хребты и горы состоят в основном из миоценовых и плиоценовых отложений. Здесь, на пересечении антиклинальных хребтов, долины узкие и глубокие, немного расширяющиеся на участках с синклинальной структурой. В районе юго-восточнее Атачая широко рас-

пространены аридно-денудационные формы рельефа, в том числе овраги и балки [6]. По Э. М. Шихлинскому, климат Сиязань-Сумгаитского массива относится к субтропическому типу: очень сухой, летом жаркий, а зимой здесь наблюдается мягкая погода [7].

Одним из основных факторов, негативно влияющих на урожайность сельскохозяйственных культур с точки зрения мелиорации, является засоленность и солонцеватость почвы. Подобные почвы широко распространены в странах, где имеются пустынные и полупустынные территории с жарким и засушливым климатом, а также гумидная зона. Мелиоративное состояние орошаемых почв зависит от степени засоления и почвообразующей породы в 0–100 см слое почвы [8].

Чтобы бороться с засолением почв, важно знать причины его возникновения, форму и географию распространения. Засоление ухудшает воздушный, температурный, питательный режимы почв, нарушает их структуру, ослабляет биологический метаболизм и снижает интенсивность фотосинтеза. Накопление солей увеличивает концентрацию почвенного раствора, снижает его водопроницаемость и повышает осмотическое давление раствора – в результате нарушается водообеспечение растений, а часть питательных веществ переходит в неусвояемую форму [9].

В. Ширинов на основании своих исследований считал наиболее эффективным методом в описанных условиях применение химических мелиорантов; он же установил влияние этого процесса на продуктивность выращиваемых растений [10].

Исследования показали, что уровень грунтовых вод в Хызинском р-не колеблется от 1 до 18 м от поверхности, а в Шабранском и Сиязанском районах соответственно от 0,5 до 16,5 м и от 0,3 до 8,5 м. На отдельных небольших участках уровень грунтовых вод составляет 0,5–16,5 м, степень минерализованности меняется от 0,8 г/л до 69,3 г/л. Почвы во всех трех районах подверглись хлоридно-сульфатному, сульфатно-хлоридному засолению, области которого распределены неравномерно: они преобладают в основном в центральной и прибрежной зонах. Неблагоприятные водно-физические свойства почв данной территории не позволяют получить высокий урожай сельскохозяйственных культур [11].

Таблица 1. Изменение количества солей в почве
на территории с. Гилязи Хызинского р-на Азербайджана

№ разреза	Координаты (GPS)	Глубина, в см	HCO ₃		Cl		SO ₄		CaCO ₃ , %	Плотный остаток, %	pH	Степень засоленности
			мг-экв	%	мг-экв	%	мг-экв	%				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
K-12	N 40° 50,341" E 049° 20,411"	0–30	0,60	0,037	1,00	0,035	4,48	0,215	17,296	0,410	7,5	Слабо-засоленный
		30–60	0,80	0,049	0,60	0,021	5,02	0,241	17,509	0,455	7,6	
		60–90	1,00	0,061	1,00	0,035	7,08	0,340	13,239	0,565	7,8	
K-13	N 40° 50,430" E 049° 20,127"	0–30	0,80	0,049	3,60	0,126	5,16	0,248	9,822	0,545	7,9	Средне-засоленный
		30–60	0,80	0,049	1,80	0,063	7,68	0,369	15,161	0,650	8,1	
		60–90	1,00	0,061	3,00	0,105	10,78	0,518	14,947	0,955	8,2	
K-14	N 40° 49,905" E 049° 20,215"	0–30	1,20	0,073	4,00	0,140	2,58	0,124	24,342	0,440	8,2	Слабо-засоленный
		30–60	1,00	0,061	1,40	0,049	1,89	0,091	23,275	0,280	8,1	
		60–90	1,20	0,073	1,20	0,042	5,56	0,268	21,993	0,515	8,1	
K-15	N 40° 48,633" E 049° 21,095"	0–30	1,00	0,061	0,60	0,021	1,56	0,075	14,947	0,200	8,3	Слабо-засоленный
		30–60	0,80	0,049	2,20	0,077	4,98	0,239	12,812	0,395	8,3	
		60–90	0,60	0,037	1,60	0,056	6,16	0,296	14,520	0,520	8,0	
K-16	N 40° 48,826" E 049° 21,669"	0–30	0,60	0,037	11,0	0,413	4,75	0,228	18,791	0,785	8,6	Сильно-засоленный
		30–60	0,60	0,037	16,0	0,567	8,60	0,413	17,082	1,130	8,7	
		60–90	0,60	0,037	13,0	0,476	11,97	0,575	21,566	1,280	8,7	
K-17	N 40° 49,083" E 049° 22,553"	0–30	0,80	0,049	6,00	0,210	3,33	0,160	16,015	0,465	8,2	Средне-засоленный
		30–60	1,00	0,061	6,20	0,217	5,16	0,248	11,744	0,660	8,3	
		60–90	0,80	0,049	8,00	0,280	10,37	0,498	8,328	1,000	8,4	
K-18	N 40° 48,668" E 049° 22,550"	0–30	0,40	0,024	7,00	0,245	4,66	0,224	21,139	0,605	8,8	Средне-засоленный
		30–60	0,40	0,024	8,40	0,294	5,85	0,281	13,452	0,725	8,7	
		60–90	0,80	0,049	9,2	0,322	10,85	0,521	14,306	1,050	8,7	
K-19	N 40° 47,874" E 049° 22,048"	0–30	1,20	0,073	4,80	0,168	3,10	0,149	21,566	0,450	8,3	Средне-засоленный
		30–60	0,80	0,049	3,60	0,126	5,23	0,251	14,306	0,555	8,4	
		60–90	1,20	0,073	3,20	0,112	7,60	0,365	16,655	0,685	8,5	
K-20	N 40° 47,179" E 049° 23,149"	0–30	0,80	0,049	2,60	0,091	1,77	0,085	16,555	0,310	8,7	Слабо-засоленный
		30–60	1,00	0,061	2,60	0,091	3,50	0,168	16,015	0,435	8,8	
		60–90	1,20	0,073	3,40	0,119	7,37	0,354	19,645	0,670	8,7	
K-21	N 40° 47,690" E 049° 23,481"	0–30	1,20	0,073	3,80	0,133	2,19	0,105	17,082	0,375	8,5	Средне-засоленный
		30–60	0,40	0,024	4,20	0,147	11,47	0,551	18,577	0,860	8,7	
		60–90	0,60	0,037	2,80	0,098	8,64	0,415	20,926	0,680	8,7	

Примечания. N – северная широта, E – восточная долгота.

Как следует из табл. 1, количество ионов HCO₃ на опытном участке с. Гилязи зафиксировано в пределах 0,024–0,073 %, количество ионов Cl – 0,021–0,576 %, а ионов SO₄ – 0,575–0,075 %. Количество плотного остатка на этих участках составило 0,280–1,280 %. Содержание CaCO₃ в слабозасоленных почвах составляет 12,81–24,34, в средnezасоленных – 9,82–21,56,

в сильнозасоленных – 17,08–21,56 %. Значение pH колеблется в пределах 7,5–8,8.

В условиях экспериментов, проведенных на опытном участке, тип солей в почвах определялся на основе широко используемой в настоящее время классификации. Результаты исследования приведены в табл. 2.

Таблица 2. Тип солей на почвах опытного участка Сиязань-Сумгаитского массива

№ ряда	№ разреза	Глубина, см	Среднее соотношение значений $Cl : SO_4$	Тип солей
1	12	0–100	0,113	сульфатный
2	13	0–100	0,259	хлоридно-сульфатный
3	14	0–100	0,478	хлоридно-сульфатный
4	15	0–100	0,256	хлоридно-сульфатный
5	16	0–100	1,197	хлоридно-сульфатный
6	17	0–100	0,778	хлоридно-сульфатный
7	18	0–100	0,839	хлоридно-сульфатный
8	19	0–100	0,529	хлоридно-сульфатный
9	20	0–100	0,495	хлоридно-сульфатный
10	21	0–100	0,352	хлоридно-сульфатный

Итак, на опытном участке разреза № 12 тип солей сульфатный, а на других участках –

хлоридно-сульфатный. Эта территория характеризуется именно таким типом засоления.

Заключение

Почвы опытного участка, расположенного на территории Сиязань-Сумгаитского массива, имеют тяжелый гранулометрический состав. Здесь наблюдаются сульфатный и хлоридно-сульфатный типы солей почвы; незасоленные, слабо-, средне- и сильнозасоленные

почвы. Для улучшения мелиоративного состояния таких почв предлагается ряд агро-мелиоративных мероприятий: глубокие рыхление, капельное или дождевальное орошение, применение минеральных и органических удобрений до орошения.

Библиографический список

1. Аринушкина, Е. В. Руководство по химическому анализу почв / Е. В. Аринушкина. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М. : МГУ, 1970. – 483 с.
2. Качинский, Н. А. Почвенно-мелиоративный очерк равнины Богаз в Азербайджане / Н. А. Качинский // Уч. зап. МГУ. – М. : Моск. гос. ун-т, 1937. – Вып. 17. – С. 10–31.
3. Абдуев, М. Почвы с делювиальной формой засоления и вопросы их мелиорации / М. Абдуев. – Баку : Азерб. гос. изд-во, 1968. – 269 с. (На азерб. яз.)
4. Мамедов, Г. Ш. Почвоведение и основы географии почв / Г. Ш. Мамедов. – Баку : Наука, 2007. – 661 с. (На азерб. яз.)
5. Гроссгейм, А. А. Анализ флоры Кавказа : монография / А. А. Гроссгейм. – Баку : Изд-во Азерб. ф-ла Акад. наук СССР, 1936. – Т. 1. – 297 с.
6. Гашимов, А. Дж. Улучшение водообеспеченности орошаемых земель территорий Шабран, Сиязань и Хызинского районов и ввод в эксплуатацию новоорошаемых земель. Инженерно-геологический и гидрогеологический отчет / А. Дж. Гашимов. – Баку : производств. об-ние Азерб. НИИ гидротехники и мелиорации, 2014. – 49 с.
7. Климат Азербайджана / А. А. Мадатзаде [и др.] ; под ред. А. А. Мадатзаде и Э. М. Шихлинского. – Баку : Изд-во АН Азерб. ССР, 1968. – 343 с.
8. Мустафаев, М. Г. Современное состояние почв в Азербайджане и научные основы их улучшения / М. Г. Мустафаев, Ф. М. Мустафаев // Управление водными ресурсами в условиях глобализации : сб. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 105-летию со дня рожд. проф. Л. Е. Тажибаева, Алматы, 12 мар. 2021 г. / Ин-т- геогр. и вод. безопасности М-ва образ. и науки Респ. Казахстан, Казах. нац. аграр. ун-т. – Алматы, 2021. – С. 60–67.

9. Мелиорация: диагностика и классификация засоленных и солонцеватых почв : учеб. пособие / Г. Ш. Мамедов [и др.]. – Баку, 2017. – 308 с.

10. Ширинов, И. Н. Мелиорация засоленных и солонцеватых почв с тяжелым гранулометрическим составом с применением химических мелиорантов / И. Н. Ширинов // Сб. тр. науч.-производ. об-ния Азерб. НИИ гидротехники и мелиорации ; гл. ред. А. Дж. Гашимов. – Баку : Элм, 2007. – С. 74–80.

11. Гулиев, Дж. Е. Современное агромелиоративное состояние территорий, обслуживаемых Тахтакерпюньским водохранилищем / Дж. Е. Гулиев, В. А. Гулиев // Актуальные проблемы экологии и почвоведения в XXI веке : VI Респ. науч. конф., посвящ. 110-лет. юбилею акад. Гасана Алиева, Баку, 7–8 дек. 2017 г. / Ин-т почвоведения и агрохимии НАНА. – Баку, 2017. – С. 129.

Поступила 15 июля 2022 г.

• КОРМОПРОИЗВОДСТВО •

УДК 632.954:631.445.12

СОЗДАНИЕ УСТОЙЧИВЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ

А. Л. Бирюкович, кандидат сельскохозяйственных наук

О. В. Пташец, кандидат сельскохозяйственных наук

В. Н. Филиппов, кандидат сельскохозяйственных наук

А. А. Рыбченко, младший научный сотрудник

РУП «Институт мелиорации», г. Минск, Беларусь

Аннотация

Приведены алгоритмы конструирования эффективных агросистем для различных условий полей, обеспечивающие экономию средств за счет дифференциации внесения удобрений с учетом почвенной диагностики и средств защиты растений, способов обработки почвы, оптимизации структуры посевных площадей на торфяных почвах разной степени трансформации. Экономический эффект может достигать 40–80 руб./га для каждого поля за счет комплексного учета почвенных и погодных условий вегетационного периода, предшественника, доз удобрений, систем интенсификации.

Ключевые слова: алгоритмы создания агросистем, трансформация торфяных почв, содержание органического вещества, структура посевов.

Abstract

A. L. Biryukovich, O. V. Ptashets, V. N. Filippov, A. A. Rybchenko

CREATION OF SUSTAINABLE AGROECOSYSTEMS ON RECLAIMED PEAT SOILS OF VARYING DEGREES OF TRANSFORMATION

Algorithms for designing effective agricultural systems for various field conditions are presented, providing cost savings due to the differentiation of fertilizer application, taking into account soil diagnostics and plant protection products, methods of tillage, as well as optimizing the structure of acreage on peat soils of varying degrees of transformation. The economic effect can reach 40-80 rub./ha for each field due to the comprehensive consideration of soil and weather conditions of the growing season, the precursor, fertilizer doses, intensification systems

Keywords: algorithms for creating agricultural systems, transformation of peat soils, organic matter content, crop structure.

Введение

Осушенные торфяные почвы в результате сработки торфа и припашки подстилающей породы трансформировались в антропогенно-преобразованные с содержанием органического вещества (далее – ОВ) менее 50 % [1].

Под термином «агроэкосистема» подразумевается управляемая человеком фотоавтотрофная экосистема, объединяющая участок территории. Агроэкосистемы – открытые сообщества. Из них происходит постоянный вынос с урожаем веществ и энергии, поэтому антропогенная нагрузка должна быть направ-

лена на компенсацию этих потерь, обеспечивая как минимум бездефицитный баланс всех составляющих путем внесения минеральных и органических удобрений, реализации почвозащитных мероприятий. В состав агроэкосистемы входят почвы, характеризующиеся определенным содержанием органических веществ (ОВ), подвижных макро- и микроэлементов и уровнем грунтовых вод (УГВ); посевы сельхозкультур (агрофитоценозы), возделываемые по принятым технологиям [2].

Ресурсосберегающая система земледелия на торфяных почвах, в которой учтена доля значительного количества антропогенно-преобразованных почв с содержанием $ОВ < 50 \%$,

Материалы и методы исследований

Полевые опыты проводили в 2009–2012 гг. на стационарах, размещенных на Полесской опытной станции мелиоративного земледелия

Результаты исследований и их обсуждение

Анализ и обобщение многолетних данных, полученных в результате обследования мелиоративных объектов, проведения полевых экспериментов по оценке влияния различных факторов на продуктивность кормовых культур позволил разработать схему формирования агроэкосистем на торфяных почвах различных стадий трансформации, учитывающую особенности таких земель, стадии сработки и долю каждой разновидности в общей площади.

Области, в которых доля торфяных почв различных стадий трансформации (P_s ТП) составляет менее 15 % всех сельскохозяйственных земель, эффективно использовать под многолетними травами и травосмесями (рис. 1). Это определяют следующие факторы:

1) в структуре посевных площадей сельхозпредприятия доля под многолетними травами должна быть до 50 % (для обеспечения необходимого количества грубых кормов), поэтому на торфяных почвах можно организовать выводные поля под луговыми угодьями;

2) только травы могут наиболее эффективно использовать минеральный азот (>150 кг/га) торфяных почв;

3) травы довольно устойчивы в областях, в которых сумма активных температур менее 2400°C , а начало и конец вегетационного периода, а также условия перезимовки более холодные;

4) экологические подходы к использованию торфяных почв.

Эти критерии надо применять и при распределении площадей по районам и сельхозпредприятиям.

В случае, когда доля торфяных почв различных стадий трансформации превышает 15 % (рис. 1), то способ и интенсивность использования поля будет определяться стадией сработки торфа (содержанием $ОВ$, %).

включает комплекс мероприятий, повышающий пригодность этих почв для возделывания многолетних бобовых трав (клевер луговой, гибридный, люцерна) [3].

лия и луговодства (Лунинецкий р-н Брестской обл.) и в ОАО «Белслучь» (Солигорский р-н Минской обл.) по общепринятым методикам.

Земли с содержанием в почве $ОВ < 30 \%$ эффективны для почвозащитных севооборотов. Если содержание $ОВ > 30 \%$, то их использование дифференцируют в зависимости от стадий трансформации. Так, если $ОВ$ составляет 30–50 % и доля таких площадей в составе сельхозугодий $< 30 \%$, то на них сеют многолетние травы, а критерием выбора вида трав является УГВ. Если доля таких площадей $> 30 \%$, то их используют для кормовых почвозащитных севооборотов.

При содержании в торфе $ОВ > 50 \%$ и доле этих площадей менее 15 % на них сеют многолетние травы и их травосмеси; при доле 15–30 % – травяно-зерновые севообороты; более 30 % – кормовые почвозащитные севообороты.

Выбор набора кормовых культур для определенных почвенно-гидрологических условий участка изложен в Отраслевом технологическом регламенте производства сырья из высокоэнергетических кормов на торфяных почвах [4].

При дальнейшем формировании агроэкосистем на торфяных почвах различных стадий трансформации на уровне сельхозпредприятия и при расчете оптимальных посевных площадей необходимо учитывать его специализацию. В зависимости от этого могут быть выбраны такие наиболее распространенные критерии, как валовый сбор, продуктивность, содержание в корме переваримого протеина или обменной энергии.

Для упрощения задачи выбирают один из критериев и в зависимости от поставленной цели используют систему допущений:

- для расчетов берутся реальные уровни интенсификации, урожайности и затрат на производство растениеводческой продукции сельхозпредприятия;

- в сельхозпредприятии имеется необходимый шлейф машин и механизмов для ведения растениеводства;

- не учитывают половозрастные особенности пород КРС;

- силос закладывают из кукурузы;

- содержание кормовых единиц, переваримого протеина и обменной энергии в единице корма соответствует нормативным данным.

Если в сельхозпредприятии вся пашня представлена торфяными почвами, то: 1) площади, занятые зерновыми культурами, могут быть больше заданного минимума, поскольку зерно идет не только на корм, но и на продажу; 2) 5 % площади отводится под технические культуры, которые не учитываются при расчете рациона КРС (например, рапс).

При расчете оптимальных посевных площадей необходимо учитывать следующие ограничения:

- для получения максимальной продуктивности (продуктивность $\Rightarrow$ max) важны такие критерии, как содержание переваримого протеина (ПП) и обменной энергии (ОЭ). Например, если для получения удоя 6 тыс. кг молока в год от коровы требуется не менее 61,1 ц

к. ед., ПП – 6,7 ц, ОЭ – 70,2 ГДж, то сбор ПП и ОЭ будут ограничениями;

- при расчете расхода кормов и рациона дойного стада учитывают отношение зерна к травяным кормам (сено, сенаж, зеленый корм) и силосу. Кроме того, вводится допущение, что валовых сборов зерна должно быть достаточно и на корм скоту, и на продажу; соотношение зерна к травам $\geq 1 : 0,7$, а зерна к кукурузе, з. м. $\geq 1 : 2,64$;

- с учетом экологического подхода может быть введено ограничение, касающееся структуры посевных площадей: площадь кукурузы ≤ 10 ; зерновых $\geq 25-28$; трав $\leq 60-65$; технических культур (рапса) ≤ 5 %.

Расчет структуры посевных площадей показал, что для получения 6000 кг молока/год урожайности культур должны составлять: зерновых яровых 45–50 ц/га и озимых 50–55 ц/га, зеленой массы кукурузы 500–600 ц/га, многолетних трав более 400 ц/га. В табл. 1 приведены варианты примерных структур посевных площадей для сельхозпредприятий с высокой долей торфяных почв для производства 6 тыс. кг молока в год от коровы.

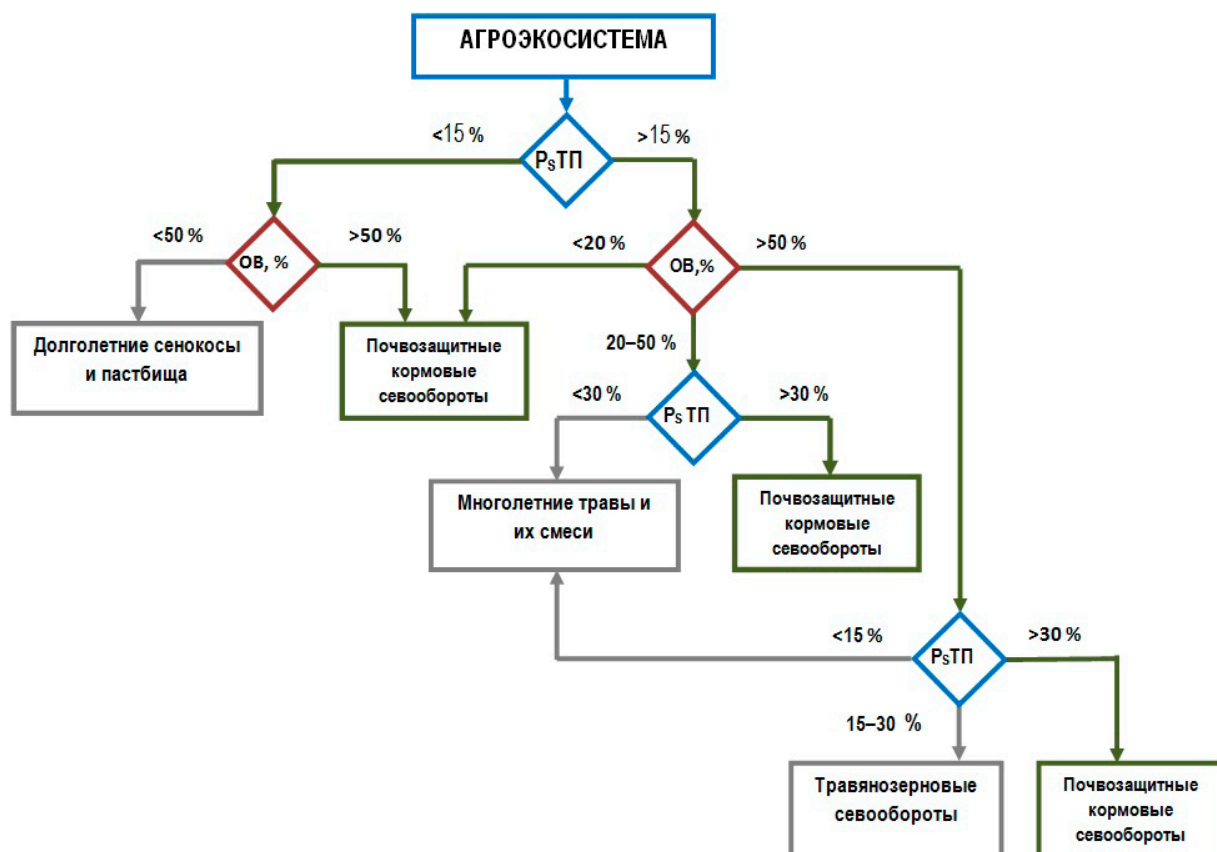


Рис. 1. Формирование агроэкосистем на торфяных почвах при различном содержании ОБ [5]

Таблица 1. Варианты примерных структур посевных площадей для сельхозпредприятий с высокой долей торфяных почв
(для производства 6 тыс. кг молока/год)

Структура	Культура	Доля площади посева, %	Продуктивность, ц к. ед./га	Сбор ПП, ц/га	Сбор ОЭ, ГДж/га
I	Озимые зерновые	15,0	9,4	0,8	8,2
	Яровые зерновые	15,0	7,5	0,6	6,9
	Кукуруза на зерно	15,0	15	0,8	14,4
	Кукуруза на корм	15,0	22,1	1,5	24,2
	Однолетние травы (бобово-злаковые смеси)	5,0	2,1	0,3	2,0
	Многолет. травы (бобово-злаковые травосмеси)	20,0	14,9	1,6	17,2
	Многолет. бобовые травы	10,0	6,4	1,1	11,1
	Технические культуры	5,0	–	–	–
	Всего	100,0	77,4	6,6	83,9
	Озимые зерновые	15,0	10,3	0,9	9,1
II	Яровые зерновые	15,0	8,4	0,7	7,6
	Кукуруза на зерно	10,0	10,0	0,5	9,6
	Кукуруза на корм	20,0	31,5	2,1	34,5
	Однолетние травы (бобово-злак. смеси)	5,0	2,56	0,4	2,4
	Многолет. травы (бобово-злаковые травосмеси)	20,0	16,4	1,8	19,1
	Многолет. бобовые травы	10,0	6,4	1,1	11,1
	Технические культуры	5,0	–	–	–
	Всего	100,0	85,5	7,3	93,3
	Озимые зерновые	15,0	8,5	0,7	7,4
	Яровые зерновые	15,0	6,7	0,5	6,1
III	Кукуруза на зерно	10,0	9,4	0,5	9,0
	Кукуруза на корм	15,0	18,9	1,3	20,7
	Однолетние травы (бобово-злаковые смеси)	5,0	1,7	0,2	1,6
	Многолет. травы (бобово-злаковые травосмеси)	5,0	2,9	0,3	3,3
	Многолет. бобовые травы	30,0	19,44	3,2	33,6
	Технические культуры	5,0	–	–	–
	Всего	100,0	67,5	6,7	81,7

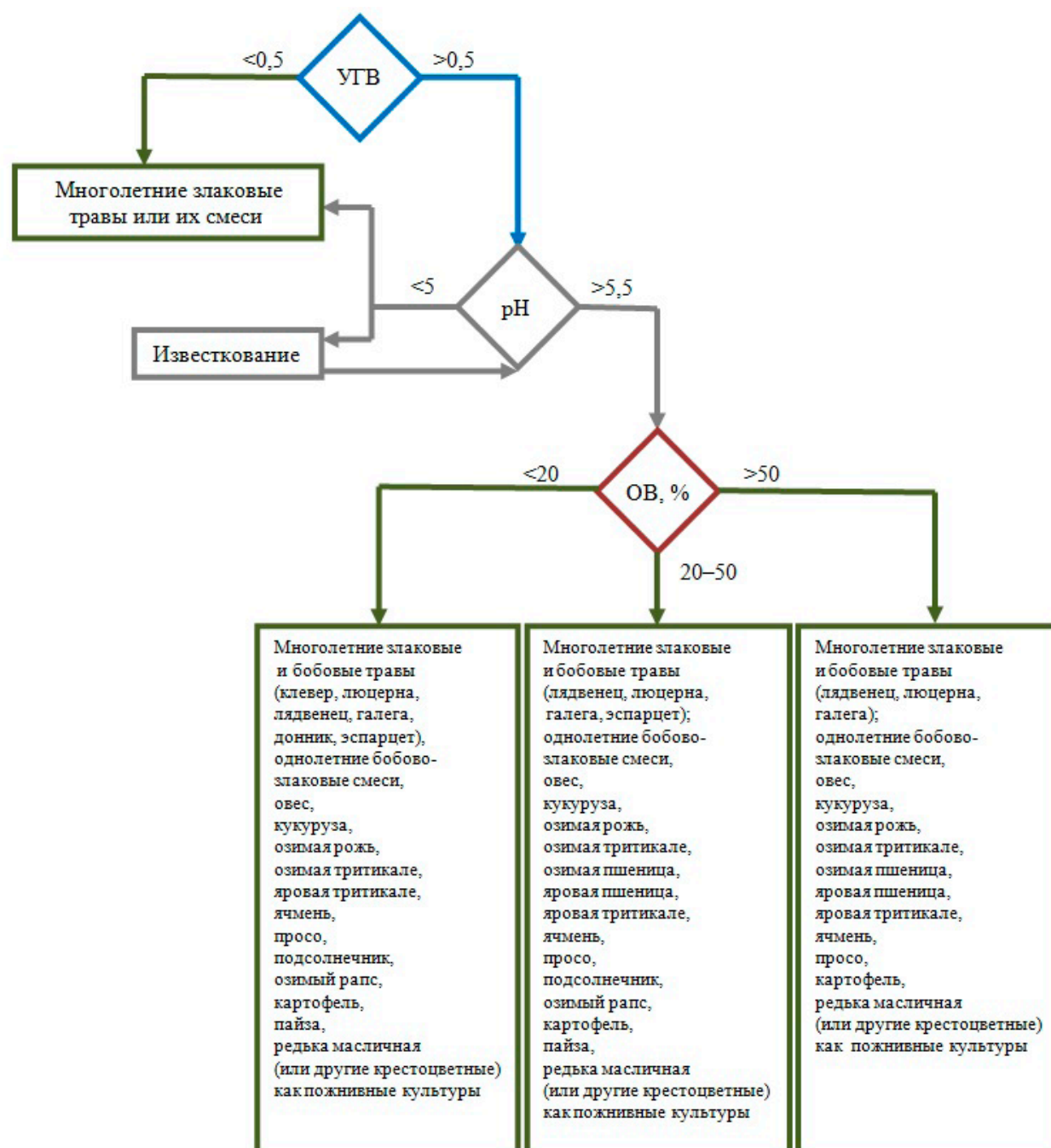


Рис. 2. Схема формирования агроэкосистем на торфяных почвах на уровне поля (выбор культуры) [5]

При формировании эффективной агроэкосистемы на уровне поля необходимо учитывать ряд параметров, которые на осушенных торфяных почвах могут быть лимитирующими при формировании урожайности: УГВ, содержание ОВ, pH почвы (рис. 2).

Внекорневые подкормки при возделывании зерновых, рапса и других культур позволяют нивелировать влияние почвенных разнородностей и неблагоприятных погодных

условий, существенно влияющих на урожайность. Анализируя почвенные и погодные условия при формировании агроэкосистем, можно ежегодно получать стабильные высокие урожаи сельскохозяйственных культур на каждом поле, что обеспечивает высокие валовые сборы всего хозяйства.

Для расчета используют градации содержания подвижных форм фосфора, калия и микроэлементов, приведенные в табл. 2.

Таблица 2. Группы по содержанию макро- и микроэлементов в почве [6]

Группы по содержанию макро- и микро-элементов	Содержание, мг/кг почвы						
	макроэлементов			микроэлементов			
	фосфор	калий	сера	бор	медь	цинк	марганец
Низкое	201–300	201–400	<20	<1,0	<5,0	<10	<75
Среднее	305–500	401–600	20,1–40,0	1,1–2,0	5,1–9,0	10,1–15,0	75,1–300
Высокое	501–800	600–1000	>40	2,1–3,0	>9,1	>15	>301

Заключение

Используя комбинации различных агроценозов и применяя комплекс технологических приемов повышения и стабилизации урожайности в рамках одного хозяйства, можно конструировать высокоэффективные экологически устойчивые агроэкосистемы, из которых в конечном итоге складываются агросистемы района.

Расчеты показали, что создание устойчивых агроэкосистем на мелиорированных торфяных почвах разной степени трансформации обеспечивает при освоении в производстве:

- максимальную реализацию продукционного потенциала торфяных почв различных стадий трансформации за счет обоснованного использования ресурсов почв, удобрений

(компенсация макро- и микроэлементов, которые растения не могут получить из почвы) и комплексного применения средств интенсификации;

- продуктивность 6000–7000 к. ед./га;
- рациональное использование всех разновидностей торфяных почв с учетом климатических условий;
- увеличение периода между реконструкциями с затратами более 1,5 тыс. долл. США/га на 10–30 % за счет адаптации видового состава (в частности, подбора кормовых культур устойчивых к ухудшению водного режима);
- дополнительную ожидаемую прибыль до 100 долл./США/га при потенциальной площади использования ~300 тыс. га.

Библиографический список

1. Почвы Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапа. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.
2. Карпюк, Т. В. Агробиология : учеб. пособие / Т. В. Карпюк. – Красноярск : Краснояр. гос. аграр. ун-т, 2020. – 256 с.
3. Мееровский, А. С. Сельскохозяйственное использование и сохранение мелиорированных торфяных почв / А. С. Мееровский, В. П. Трибис // Почвенно-земельные ресурсы: оценка, устойчивое использование, геоинформационное обеспечение : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Минск, 6–8 июня 2012 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: И. И. Пирожник (гл. ред.), В. М. Яцухно (отв. ред.) [и др.]. – Минск : Изд. центр БГУ, 2012. – С. 15–20.
4. Отраслевой технологический регламент производства сырья для высокоэнергетических кормов на торфяных почвах / Л. Н. Лученок [и др.]. – Минск : Институт мелиорации, 2019. – 52 с.
5. Методические рекомендации по созданию агросистем на мелиорированных торфяных почвах различных стадий трансформации / Л. Н. Лученок [и др.]. – Минск : Институт мелиорации, 2021. – 72 с.
6. Справочник нормативных материалов для агрохимического окультуривания почв и эффективного использования удобрений / В. В. Лапа [и др.] ; под ред. В. В. Лапа. – Минск : Ин-т почвоведения и агрохимии, 2017. – 60 с.

Поступила 11 августа 2022 г.

ФОРМИРОВАНИЕ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ СЕВООБОРОТОВ И СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ДЕФЛЯЦИОННООПАСНЫХ ЗЕМЛЯХ

Н. Н. Цыбулько, доктор сельскохозяйственных наук
В. Б. Цырибко, кандидат сельскохозяйственных наук
А. М. Устинова, кандидат сельскохозяйственных наук

РУП «Институт почвоведения и агрохимии», г. Минск, Беларусь

Аннотация

Формирование почвозащитных комплексов на дефляционных землях базируется на группировке минеральных легких по гранулометрическому составу, торфяных и деградированных торфяных почв по степени потенциальной дефляционной опасности. В зависимости от компонентного состава почв с разной потенциальной дефляционной опасностью и величиной дефляции выделяются типы дефляционных сельскохозяйственных земель и определяется их использование. Использование дефляционных земель (под пахотные или луговые земли), структура посевов и типы почвозащитных севооборотов устанавливаются на основе значений предотвращенных и остаточных потерь почвы при дефляции. При формировании системы обработки почвы в севооборотах учитываются, наряду с дефлируемостью почв, биологические особенности сельскохозяйственных культур, порядок чередования их в севообороте, характер и степень засоренности полей, гранулометрический состав почвы.

Ключевые слова: деградированные и дефляционно-опасные почвы, почвозащитные мероприятия, структура посевов, севообороты, обработка почвы.

Abstract

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

FORMATION OF SOIL-PROTECTIVE CROP ROTATIONS AND TILLAGE SYSTEMS ON DEFLATION-PRONE LANDS

The formation of soil protection complexes on deflationary lands is based on the grouping of mineral lungs by granulometric composition, peat and degraded peat soils by the degree of potential deflationary danger. Depending on the component composition of soils with different potential deflationary hazards and the magnitude of deflation, the types of deflationary agricultural lands are distinguished and their use is determined. The use of deflationary lands (for arable or meadow lands), the structure of crops and the types of soil-protective crop rotations are determined based on the values of prevented and residual soil losses during deflation. When compiling a tillage system in crop rotations, biological features of agricultural crops, the order of their alternation in crop rotation, the nature and degree of contamination of fields, the granulometric composition of the soil are taken into account, along with the deflation of soils.

Keywords: degraded and deflation-hazardous soils, soil protection measures, crop structure, crop rotations, tillage.

Введение

В Беларуси дефляции почв подвержено 82,0 тыс. га сельскохозяйственных земель, которые приурочены в основном к пахотным землям (64,4 тыс. га). Наибольшие площади дефлированных почв сконцентрированы в Брестской (11,3 тыс. га), Гомельской (21,7 тыс. га), Гродненской (21,3 тыс. га) и Минской (21,4 тыс. га) областях. В Витебской и Могилевской областях их площади составляют 4,2 и 2,7 тыс. га [1].

В республике 2108,2 тыс. га пахотных земель (41,2 % площади пашни) относятся к дефляционноопасным, то есть тем, которые при нерациональном использовании могут быть подвержены ветровой эрозии. Среди дефляционноопасных почв минеральные легкие почвы занимают 1827,8 тыс. га (86,7 %), торфяные почвы – 280,4 тыс. га (13,3 %). Дефляционноопасные земли наиболее распространены на территории Белорусского Полесья – в Брестской, Гомельской и Минской обл. [2, 3].

Материалы и методы исследований

Объектом исследований выступали дефлированные и дефляционноопасные минеральные песчаные и супесчаные почвы разной степени гидроморфизма, а также осушенные органогенные почвы. Информационно-аналитические материалы получены на основе двух

туров крупномасштабных почвенных исследований и в результате корректировки второго тура обследования. В ходе работы применялся комплекс методов, в том числе методы экспертных оценок и полевого опыта, лабораторно-аналитические методы.

Результаты исследований

Выделение дефлированных и дефляционноопасных почв (земель). Почвы сельскохозяйственных земель сгруппированы по степени потенциальной дефляционной опасности. Выделены почвы со слабой, средней и сильной степенью дефляционной опасности.

Слабой потенциальной дефляционной опасностью характеризуются рыхлосупесчаные почвы разной степени гидроморфизма и осушенные торфяные почвы на мощных (>2 м) и среднемощных (1–2 м) торфах. В средней степени дефляционноопасными являются песчаные почвы, подстилаемые суглинком, торфяно-болотные на маломощных (0,5–1 м) торфах, торфяно-глеевые, торфянисто-глеевые, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком, минеральные остаточно-торфяные и постторфяные супесчаные, торфяно-минеральные, подстилаемые песком. Высокую степень дефляционной опасности имеют песчаные почвы на мощных песках, минеральные остаточно-торфяные и постторфяные песчаные почвы [4].

В зависимости от компонентного состава почв разной степени потенциальной дефляционной опасности выполнена типизация дефляционных сельскохозяйственных земель и в результате выделено пять типов дефляционных земель.

В первом типе земель (приподнятые плоские заболоченные песчаные) преобладают дерново-подзолистые заболоченные (30–70 %) и дерновые заболоченные (20–50 %) осушенные почвы. Удельный вес торфяно-болотных почв составляет 10–20 %. Второй тип (высокие песчаные) земель включает дерново-подзолистые песчаные автоморфные (около 30 %), оглеенные внизу (20–25 %), временно избыточно увлажненные (около 15 %), глееватые и глеевые осушенные (20–25 %) почвы. Третий тип земель (низинные плоские заболоченные осушенные песчаные) объединяет песчаные дерновые заболоченные

осушенные (около 60 %), дерново-карбонатные заболоченные осушенные (около 30 %), торфяно-болотные (до 10 %) и деградированные торфяные (до 30 %) почвы; он отличается сильной неоднородностью почвенного покрова. В четвертом типе (котловинные и котловинно-ложбинные) земель преобладают осушенные торфяные маломощные почвы (50–90 %) с присутствием осушенных дерновых заболоченных (10–40 %) по периферии котловин или в виде небольших островов в центре; ему свойствен несложный и мало-контрастный почвенный покров. Основной фон пятого типа земель (котловинные осушенные деградированные торфяно-минеральные) составляют торфяно-минеральные, минеральные остаточно-торфянистые и минеральные постторфяные почвы (70 %). К небольшим сполженным буграм приурочены дерново-карбонатные почвы (около 20 %). Выделяется менее 10 % маломощных торфяно-болотных почв (табл. 1).

С учетом удельного веса в составе типов земель почв с разной степенью дефляционной опасности определены возможные потери почвенного мелкозема в результате выдувания, а также допустимые потери почвы. Первый тип земель, представленный преимущественно дерново-подзолистыми заболоченными и дерновыми заболоченными осушенными почвами, рыхлосупесчаными и (или) песчаными, подстилаемыми суглинком почвами, характеризуется слабой дефлируемостью. Потенциальные потери почвы в результате ветровой эрозии составляют в среднем 1–3 т/га в год. Второй тип земель с дерново-подзолистыми автоморфными, временно избыточно увлажненными, глееватыми и глеевыми осушенными песчаными, подстилаемыми суглинком, или песчаными на мощных песках почвами отличается средней степенью дефлируемости. Величина потерь почвы может составлять

от 5 до 10 т/га в год. Для третьего и четвертого типов земель, объединяющих почвы с высокой степенью дефляционной опасности (включая песчаные на мощных песках), осушенные торфяные на маломощных торфах, торфяно- и торфянисто-глеевые, частично деградированные торфяные, подстилаемые песком почвы, характерна высокая степень дефлируемости. Потенциально возможный перенос почвы вет-

ром может колебаться от 8 до 13 т/га в год. На открытых пространствах, занятых пятым типом земель с деградированными торфяно-минеральными, подстилаемыми песками, минеральными остаточно-торфяными и пост-торфяными песчаными почвами, дефляция проявляется в наибольшей степени. Потенциально возможный перенос почвы ветром может достигать 15 т/га и более (табл. 2).

Таблица 1. Типы дефляционных сельскохозяйственных земель

№ типа земель	Компонентный состав почв, %					
	Дерново-подзолистые автоморфные, временно избыточно увлажненные, глееватые, глеевые осушенные песчаные	Дерново-подзолистые заболоченные осушенные, рыхло-супесчаные, подстилаемые песком	Дерновые заболоченные осушенные, рыхло-супесчаные	Дерновые и дерново-карбонатные заболоченные осушенные, песчаные	Торфяно-болотные осушенные	Деградированные торфяные
I	–	30	50	–	20	–
		40	50		10	
		70	20		10	
II	100	–	–	–	–	–
III	–	–	60	30	10	–
			–	–	10	30
IV	–	–	10	–	90	–
			–	–	50	10
V	–	–	–	20	10	70

Таблица 2. Дефлируемость разных типов земель

№ типа земель	Потери почвы при дефляции, т/га в год		
	потенциальные	допустимые	предотвращаемые
I	1–3	1,2	1,8
II	5–10	1,3	8,7
III	8–13	1,2	11,8
IV	10–12	0,4	11,6
V	15 и выше	0,5	14,5

Формирование структуры посевов и почвозащитных севооборотов на дефляционных землях. В пределах выделенных типов земель формируются поля и рабочие участки, для каждого из которых разрабатываются почвозащитные адаптивно-ландшафтные системы земледелия. Формирование оптимальной структуры посевных площадей и почвозащитных севооборотов на дефляционных пахотных землях основывается на почвозащитной способности сельскохозяйственных культур и севооборотов: на сколько возделываемые культуры и (или) севообороты могут обеспечить предотвращение потерь почвы до предельно допустимых величин?

По почвозащитной способности (эффективности) сельскохозяйственные культуры разделены на 3 группы:

1-я группа культур с высокой почвозащитной способностью – это многолетние бобовые, бобово-злаковые и злаковые травы, озимые зерновые культуры (рожь, пшеница, тритикале) озимый рапс, озимая сурепица;

2-я группа культур средней почвозащитной способности – яровые зерновые культуры (пшеница, ячмень, тритикале, овес), зернобобовые (горох, люпин), яровой рапс, однолетние бобово-злаковые смеси (горох с овсом, пелюшка с овсом и другие), лен;

3-я группа культур низкой почвозащитной способности – картофель, сахарная и кормовая свекла, кукуруза.

Для проектирования противоэрозионных мероприятий почвозащитная способность сельскохозяйственных культур количественно выражается в специальных коэффициентах, которые рассчитаны по отношению к зяби и чистому пару. С учетом почвозащитной способности сельскохозяйственных культур выявляются предотвращаемые и остаточные потери почвы при дефляции. На основе оценки предотвращенных и остаточных потерь почвы при дефляции под отдельными группами сельскохозяйственных культур определяется использование дефляционных земель, структура посевов и почвозащитные севообороты. Нормативы противоэрозионной эффективности севооборотов (H_{3c}) устанавливаются исходя из почвозащитной способности отдельных сельскохозяйственных культур и их удельного веса в севообороте.

Земли первого типа, характеризующиеся самой низкой дефляционной опасностью (1–3 т/га

в год), целесообразно использовать под пахотные земли в плодосменных севооборотах с удельным весом пропашных культур не более 25 %, зерновых – 43–60, многолетних трав – 12,5–30 %.

На землях второго типа со средней и сильной дефляционной опасностью (6–10 т/га в год) рекомендуются зернотравяные и плодосменные севообороты с долей пропашных культур до 15 %.

Земли третьего типа, дефлируемость которых составляет от 8 до 13 т/га в год, еще более ограничены в использовании, на них размещаются зернотравяные и травяно-зерновые севообороты. Возделывание пропашных культур на этих землях исключается. В структуре посевов удельный вес многолетних трав составляет 50–70 %, озимых зерновых – 12,5–25, яровых зерновых и однолетних трав – по 10–12,5 %. Земли четвертого и пятого типов являются луговыми землями. Если они используются как пахотные земли, на них размещаются травяно-зерновые севообороты с удельным весом многолетних трав от 65 до 85 % (табл. 3).

На почвах, подверженных дефляции (дерново-подзолистые песчаные и супесчаные, подстилаемые песками, осушенные торфяно-болотные, торфяно- и торфянисто-глеевые), вводятся севообороты с короткой ротацией. При использовании дефляционноопасных минеральных почв в полевых севооборотах важное место занимают сидеральные и промежуточные посевы, применение которых на фоне повышенных доз органических удобрений не только надежно защищают почву от дефляции, но и обеспечивают восстановление плодородия.

На дерново-подзолистых и дерново-подзолистых заболоченных автоморфных, слабogleеватых (временно избыточно увлажненных), глееватых, глеевых рыхлосупесчаных почвах, подстилаемых песками, у которых отмечается слабая дефляционная опасность, рекомендуется размещать зернопропашные, зернотравяно-пропашные (плодосменные) и зернотравяные севообороты с коэффициентом почвозащитной способности 0,45–0,50. Эти почвы пригодны для возделывания озимой ржи, озимой тритикале, овса, люпина кормового, картофеля; также возможно размещать рапс озимый, ячмень, кукурузу на зерно и силос, горохо-, пелюшко- и вико-овсяные смеси (табл. 4).

Таблица 3. Типовые структуры посевов и рекомендуемые севообороты на дефляционных землях

Использование земель	Соотношение групп культур, %					Н _{зс}
	пропашные	яровые зерновые и зернобобовые	озимые зерновые	однолетние травы	многолетние травы	
Первый тип дефляционных земель (потери почвы при дефляции 1–3 т/га в год)						
Под пахотные земли в плодосменных севооборотах	20,0	40,0	20,0	20,0	–	0,61
	25,0	25,0	25,0	25,0	–	0,60
	14,3	28,6	14,3	14,3	28,6	0,70
	25,0	25,0	25,0	12,5	12,5	0,63
	14,3	28,6	28,5	14,3	14,3	0,70
Второй тип дефляционных земель (потери почвы при дефляции 5–10 т/га в год)						
Под пахотные земли в зернотравяных и плодосменных севооборотах; пропашные культуры до 15 %	–	25,0	25,0	37,5	12,5	0,75
	–	25,0	12,5	25,0	37,5	0,74
	12,5	37,5	12,5	–	37,5	0,74
	6,3	12,4	25,0	6,3	50,0	0,82
Третий тип дефляционных земель (потери почвы при дефляции 8–13 т/га в год)						
Под пахотные земли в травяно-зерновых и зернотравяных севооборотах; многолетние травы 50–70 %	–	12,5	25,0	12,5	50,0	0,85
	–	12,5	25,0	–	62,5	0,82
Четвертый тип дефляционных земель (потери почвы при дефляции 10–12 т/га в год)						
Под луговые земли и пахотные земли в травяно-зерновых севооборотах; многолетние травы 50–70 %	–	10,0	10,0	10,0	70,0	0,90
	–	10,0	20,0	–	70,0	0,89
	–	12,5	25,0	12,5	50,0	0,85
	–	12,5	12,5	12,5	62,5	0,88
Пятый тип дефляционных земель (потери почвы при дефляции 15 т/га в год и более)						
Под луговые земли и пахотные земли в травяно-зерновых севооборотах; многолетние травы не менее 70 %	–	–	16,7	–	83,3	0,96
	–	–	25,0	–	75,0	0,96
	–	12,5	12,5	–	75,0	0,92
	–	–	30,0	–	70,0	0,94

Таблица 4. Севообороты на почвах со слабой дефляционной опасностью

Типы севооборотов и удельный вес культур	$H_{зс}$	Схема севооборота
<i>Почвы дерново-подзолистые рыхлосупесчаные, подстилаемые песками (автоморфные и слабogleеватые)</i>		
Зернопропашной (зерновые с рапсом 66,7 %, пропашные 33,3 %)	0,43	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Картофель 3. Ячмень 4. Озимый рапс на семена 5. Кукуруза на силос 6. Овес
Зернотравяно-пропашной (зерновые 50 %, однолетние травы 33,3 %, пропашные 16,7 %)	0,47	1. Озимая тритикале + пожнивные 2. Картофель 3. Ячмень + пожнивные 4. Люпин кормовой на зеленую массу 5. Озимая рожь 6. Пелюшко-овсяная смесь на зеленую массу
<i>Почвы дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные рыхлосупесчаные, подстилаемые песками (глееватые и глеевые)</i>		
Зернотравяно-пропашной (зерновые 66,6 %, однолетние травы 16,7 %, пропашные 16,7 %)	0,40	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Картофель 3. Ячмень 4. Кукуруза на зерно 5. Овес 6. Люпин кормовой на зеленую массу
Зернотравяно-пропашной (зерновые 50 %, однолетние травы 16,7 %, пропашные 33,3 %)	0,43	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Картофель 3. Ячмень + пожнивные 4. Кукуруза на зеленую массу (силос) 5. Озимая тритикале + пожнивные 6. Пелюшко-овсяная смесь на зеленую массу
<i>Почвы торфяно-болотные осушенные на мощных (>2 м) торфах</i>		
Зернотравяной (зерновые 57,1 %, многолетние травы 28,6 %, однолетние травы 14,3 %)	0,66	1. Озимая пшеница (тритикале) 2. Овес с подсевом бобово-злаковых трав 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Яровая пшеница (ячмень) 6. Озимая рожь + пожнивные 7. Горох (пелюшка) с овсом на зеленую массу
Зернотравяной (зерновые 50 %, многолетние травы 33,3 %, однолетние травы 16,7 %)	0,71	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Ячмень с подсевом многолетних трав 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Озимая пшеница 6. Горох (пелюшка) с овсом на зеленую массу

Осушенные торфяные почвы на мощных (>2 м) торфах, которые относятся к первой группе дефляционной опасности, целесообразно использовать в зернотравяных севооборотах с $H_{зс}$ 0,60–0,70. Эти почвы наиболее пригодны под озимую рожь, овес, горохо-, пелюшко- и вико-овсяные травосмеси, многолетние злаковые и бобово-злаковые травы, пригодны – под озимую и яровую пшеницу,

озимую тритикале, ячмень. Торфяные почвы на мощных торфах агрономически применяются также под картофель и кукурузу, однако эти культуры не рекомендуется размещать в связи со значительной минерализацией органического вещества при их возделывании.

На дерново-подзолистых, дерново-подзолистых заболоченных и дерновых заболоченных песчаных почвах разного гидроморфизма

(автоморфные, слабogleеватые, глееватые, глеевые), подстилаемых суглинком, отличающихся средней степенью дефляционной опасности, в зависимости от степени их дефлируемости (от 5 до 10 т/га в год) предлагается размещать зернопропашные, плодосменные, зернотравяные и травяно-зерновые сево-

обороты с коэффициентами почвозащитной способности от 0,45 до 0,75. Автоморфные и слабogleеватые почвы пригодны под озимую рожь, озимую тритикале, овес, люпин, картофель, глееватые и глеевые – под озимую рожь, ячмень, овес, люпин, картофель и многолетние злаковые травы (табл. 5).

Таблица 5. Севообороты на почвах со средней дефляционной опасностью

Типы севооборотов и удельный вес культур	$H_{зс}$	Схема севооборота
<i>Почвы дерново-подзолистые песчаные, подстилаемые суглинком (автоморфные и слабogleеватые)</i>		
Зернопропашной (зерновые 66,7 %, пропашные 16,7 %, кормовые 16,6 %)	0,45	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Картофель 3. Ячмень + пожнивные 4. Кукуруза на силос 5. Озимая тритикале + пожнивные 6. Овес
Зернотравяно-пропашной (зерновые 60 %, однолетние травы 20 %, пропашные 20 %)	0,49	1. Озимая тритикале + пожнивные 2. Картофель 3. Ячмень + пожнивные 4. Озимая рожь 5. Пелюшко-овсяная смесь на зеленую массу
Зернотравяной (зерновые с кукурузой 80 %, однолетние травы 20 %)	0,54	1. Озимая тритикале + пожнивные 2. Кукуруза на зерно 3. Ячмень + пожнивные 4. Озимая рожь 5. Пелюшко-овсяная смесь на зеленую массу
Зернотравяной (зерновые 66,6 %, кормовые 33,4 %)	0,60	1. Озимая рожь на зеленую массу + люпин 2. Озимая тритикале + пожнивные 3. Кукуруза на зерно 4. Ячмень 5. Озимая рожь + пожнивные 6. Овес
Зернотравяной (зерновые 60 %, кормовые 40 %)	0,64	1. Озимая рожь на зеленую массу + люпин 2. Озимая тритикале 3. Кукуруза на силос 4. Озимая рожь + пожнивные 5. Овес
<i>Почвы дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные песчаные, подстилаемые суглинком (глееватые и глеевые)</i>		
Зернотравяно-пропашной (зерновые 66,6 %, однолетние травы 16,7 %, пропашные 16,6 %)	0,47	1. Озимая рожь на зеленую массу + люпин 2. Озимая рожь 3. Картофель 4. Ячмень + пожнивные 5. Кукуруза на зерно 6. Овес
Зернотравяной (зерновые 50 %, кормовые 40 %)	0,64	1. Озимая рожь на зеленую массу + люпин 2. Озимая рожь + пожнивные 3. Кукуруза на зеленую массу (силос) 4. Озимая тритикале + пожнивные 5. Овес
Травяно-зерновой (многолетние травы 66,6 %, зерновые 16,7 %)	0,75	1. Однолетние травы с подсевом многолетних трав 2–5. Многолетние злаковые травы 6. Овес

Типы севооборотов и удельный вес культур	$H_{\text{зс}}$	Схема севооборота
<i>Почвы торфяно-болотные осушенные на среднемощных (1–2 м) торфах</i>		
Зернотравяной (зерновые 57,1 %, многолетние травы 28,6 %, однолетние травы 14,3 %)	0,66	1. Озимая пшеница (тритикале) 2. Овес с подсевом бобово-злаковых трав 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Яровая пшеница (ячмень) 6. Озимая рожь + пожнивные 7. Горох (пелюшка) с овсом на зеленую массу
Зернотравяной (зерновые 50 %, многолетние травы 33,3 %, однолетние травы 16,7 %)	0,71	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Ячмень с подсевом многолетних трав 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Озимая тритикале 6. Горох (пелюшка) с овсом на зеленую массу
Травяно-зерновой (многолетние травы 66,6 %, зерновые 16,7 %)	0,75	1. Однолетние травы с подсевом многолетних трав 2–5. Многолетние злаковые травы 6. Овес
Травяно-зерновой (многолетние травы 57,1 %, зерновые 28,6 %)	0,77	1. Однолетние травы с подсевом многолетних трав 2–5. Многолетние злаковые травы 6. Озимая рожь + пожнивные
<i>Почвы торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком</i>		
Зернотравяно-пропашной (зерновые 50 %, многолетние травы 33,3 %, пропашные 16,7 %)	0,60	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Картофель 3. Ячмень с подсевом многолетних трав 4–5. Многолетние бобово-злаковые травы 6. Яровая пшеница
Зернотравяной (зерновые 50 %, многолетние травы 33,3 %, однолетние травы 16,7 %)	0,63	1. Озимая тритикале 2. Овес с подсевом бобово-злаковых трав 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Яровая пшеница (ячмень) + пожнивные 6. Горох (пелюшка) с овсом на зеленую массу
Зернотравяной (зерновые 50 %, многолетние травы 33,3 %, однолетние травы 16,7 %)	0,71	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Ячмень с подсевом многолетних трав 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Озимая тритикале 6. Горох (пелюшка) с овсом на зеленую массу
<i>Почвы минеральные остаточнo-торфяные и постторфяные супесчаные</i>		
Зернотравяной (зерновые 50 %, многолетние травы 33,3 %, однолетние травы 16,7 %)	0,63	1. Озимая рожь 2. Овес с подсевом бобово-злаковых трав 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Ячмень + пожнивные 6. Горох (пелюшка) с овсом на зеленую массу
Зернотравяной (зерновые 50 %, многолетние травы 33,3 %, однолетние травы 16,7 %)	0,79	1. Озимая рожь на зеленую массу + однолетние травы 2. Озимая рожь + пожнивные 3. Овес с подсевом многолетних трав 4–5. Бобово-злаковые травы 6. Озимая тритикале

На осушенных торфяных почвах на средне-мощных (1–2 м) торфах рекомендуются зернотравяные и травяно-зерновые севообороты с H_{3C} от 0,65 до 0,77. Пригодны эти почвы под озимую и яровую пшеницу, озимую тритикале, ячмень, наиболее пригодны – под озимую рожь, овес, горохо-, пелюшко- и вико-овсяные травосмеси, многолетние злаковые и бобово-злаковые травы. Торфяные почвы на среднемощных торфах агрономически допустимо использовать также под картофель и кукурузу, однако эти культуры не рекомендуется возделывать из-за значительной минерализации органического вещества почвы. На торфяно-, торфянисто-глеевых и маломощных торфяных (до 1 м) почвах предлагается возделывать бобово-злаковые и злаковые травы длительного пользования.

На минеральных остаточнo-торфяных и постторфяных супесчаных почвах размещаются почвозащитные севообороты с H_{3C} – 0,60–0,80. На них возможно возделывать озимую рожь и тритикале, ячмень, овес, многолетние и однолетние бобово-злаковые травы, многолетние злаковые травы.

Высокой степенью дефляционной опасности отличаются дерново-подзолистые песчаные почвы на мощных песках, торфяные почвы на маломощных (0,5–1 м) торфах, торфяно-глеевые, торфянисто-глеевые, торфяно-минеральные, подстилаемые песком, минеральные остаточнo-торфяные и постторфяные песчаные почвы. На дефлированных и дефляционноопасных землях, представленных данными почвами, вводятся почвозащитные зернотравяные и травяно-зерновые севообороты с коэффициентами противоэрозийной способности от 0,65 до 0,95 и удельным весом многолетних трав в структуре посевов до 80 % (табл. 6).

Использование дефлированных и дефляционноопасных земель должно предусматривать в почвозащитных севооборотах возделывание промежуточных культур (пожнивных, поукосных), применение которых усиливает защиту почвы от дефляции в летне-осенний период и обеспечивает повышение почвенного плодородия.

Таблица 6. Системы почвозащитных севооборотов на почвах с сильной дефляционной опасностью

Типы севооборотов и удельный вес культур	H_{3C}	Схема севооборота
<i>Почвы дерново-подзолистые песчаные на мощных песках (автоморфные и слабоглееватые)</i>		
Зернотравяной (зерновые 60 %, кормовые 40 %)	0,65	1. Озимая рожь на зеленую массу + люпин 2. Озимая рожь + пожнивные 3. Кукуруза на зерно 4. Овес 5. Озимая рожь
Травяно-зерновой (многолетние травы 66,7 %, зерновые 33,3 %)	0,84	1. Озимая рожь с подсевом многолетних трав 2–5. Многолетние злаковые травы 6. Овес
Травяно-зерновой (многолетние травы 80 %, зерновые 20 %)	0,94	1. Озимая рожь с подсевом многолетних трав 2–5. Многолетние злаковые травы
<i>Почвы дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные песчаные на мощных песках (глееватые и глеевые)</i>		
Зернотравяной (зерновые 50 %, кормовые 40 %)	0,65	1. Озимая рожь на зеленую массу + люпин 2. Озимая рожь + пожнивные 3. Кукуруза на силос 4. Озимая тритикале + пожнивные 5. Ячмень
Травяно-зерновой (многолетние травы 66,7 %, зерновые 16,7 %, однолетние травы 16,6 %)	0,84	1. Однолетние травы с подсевом многолетних трав 2–5. Многолетние злаковые травы 6. Озимая рожь + пожнивные

Окончание табл. 6

Типы севооборотов и удельный вес культур	$H_{\text{зс}}$	Схема севооборота
Травяно-зерновой (многолетние травы 80 %, зерновые 20 %)	0,94	1. Озимая рожь с подсевом многолетних трав 2–5. Многолетние злаковые травы
<i>Почвы торфяно-болотные осушенные на маломощных (0,5–1 м) торфах, торфяно-глеевые (0,3–0,5 м), торфянисто-глеевые (0,2–0,3 м)</i>		
Травяно-зерновой (многолетние травы 40 %, однолетние травы 20 %, зерновые 20 %)	0,69	1. Однолетние травы с подсевом многолетних трав 2–3. Бобово-злаковые травы 4. Яровая пшеница (ячмень) 5. Озимая рожь + пожнивные
Зернотравяной (зерновые 50 %, многолетние травы 33,3 %, однолетние травы 16,7 %)	0,71	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Ячмень с подсевом многолетних трав 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Озимая тритикале 6. Горох (пелюшка) с овсом на зеленую массу
Травяно-зерновой (многолетние травы 66,7 %, однолетние травы 16,6 %, зерновые 16,7 %)	0,84	1. Однолетние травы с подсевом многолетних трав 2–5. Многолетние злаковые травы 6. Озимая рожь + пожнивные
Травяно-зерновой (многолетние травы 80 %, зерновые 20 %)	0,94	1. Озимая рожь с подсевом многолетних трав 2–5. Многолетние злаковые травы
<i>Почвы торфяно-минеральные, подстилаемые песком, минеральные остаточнo-торфяные и постторфяные песчаные</i>		
Травяно-зерновой (многолетние травы 67 %, зерновые 33 %)	0,84	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Овес с подсевом многолетних трав 3–6. Многолетние злаковые травы
Травяно-зерновой (многолетние травы 80 %, зерновые 20 %)	0,94	1. Озимая рожь с подсевом многолетних трав 2–5. Многолетние злаковые травы

Система основной обработки дефлированных и дефляционноопасных почв. На систему обработки почвы влияет множество факторов. По степени важности эти факторы можно ранжировать в следующем порядке: почвенные условия – сельскохозяйственная культура – предшественник – засоренность поля – удобрения – время уборки предшественника.

Озимые зерновые культуры. Под озимые зерновые культуры возможно применение широкого набора способов и приемов основной обработки, не снижающих их урожайность. На дерново-подзолистых супесчаных и песчаных автоморфных и полугидроморфных осушенных, торфяно-минеральных, подстилаемых суглинком и песком, остаточнo-торфяных и постторфяных супесчаных и песчаных почвах после однолетних бобово-злаковых смесей,

стерневых предшественников, раннего картофеля и кукурузы на зеленый корм в качестве основной обработки под озимые пшеницу и тритикале рекомендуется безотвальная обработка чизельными культиваторами, которые эффективны при обработке засоренных камнями почв. Оборудованные сменными стрельчатыми лапами, они обеспечивают сплошную обработку на глубину 10–12 см за один проход с подрезанием сорной растительности, качественным крошением и выравниванием верхнего слоя почвы. После появления всходов сорняков поля обрабатывают повторно поперек или по диагонали на глубину 14–16 см. После однолетних трав ранних сроков сева (бобово-злаковые смеси на зеленый корм) чизельное рыхление рекомендуется проводить в 2 следа в диагонально-перекрестном направлении: первое – на 10–12 см, повторное –

на 20–25 см. Можно также выполнять сначала дискование на 10–12 см, а затем чизельное рыхление в перекрестном направлении на глубину 20–25 см (табл. 7).

На легких супесчаных и песчаных почвах нормального увлажнения, остаточно-торфяных и постторфяных супесчаных и песчаных почвах с малой засоренностью полей многолетними сорняками целесообразно применение минимальной обработки с прямым посевом комбинированными посевными агрегатами. Отвальная обработка почвы под озимые пшеницу и тритикале проводится после многолетних бобовых или бобово-злаковых трав, а также при внесении органических удобрений и сильной засоренности полей многолетними

сорняками. Перед отвальной вспашкой пласт трав двухгодичного использования обрабатывают в один след вдоль направления вспашки чизельным культиватором с долотообразными лапами (10 мм). После клевера одногодичного пользования пласт можно запахать плугами с полувинтовыми отвалами, оборудованными предплужниками или углосниками без предварительной разделки дернины.

После разделки пласта многолетних трав вспашку проводят на глубину пахотного слоя через 3–5 дней, не позднее 7–14 дней до посева. Не допускается выворачивание на поверхность почвы подзолистого горизонта. Глубина вспашки должна быть одинаковой.

Таблица 7. Основная обработка дефлированных и дефляционноопасных почв под озимые зерновые культуры

Основная обработка почвы	Почвы	Степень дефляционной опасности	Предшественники	Прочие условия
<i>Озимые пшеница и тритикале</i>				
Отвальная вспашка	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком, остаточно-торфяные и постторфяные супесчаные	Слабая, средняя	Однолетние бобово-злаковые смеси на зерновую массу (здесь и далее – з. м.), горох, люпин на зерно и з. м., картофель ранний, озимый рапс, кукуруза на з. м., овес по бобовым и пропашным; гречиха	Применение органических удобрений
			Многолетние бобово-злаковые травы, клевер, люцерна, эспарцет	–
Безотвальная	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком и песком, остаточно-торфяные и постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Однолетние бобово-злаковые смеси на з. м., горох, люпин на зерно и з. м., картофель ранний, озимый рапс, кукуруза на з. м., овес по бобовым и пропашным; гречиха	–
Минимальная	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком и песком, постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Однолетние бобово-злаковые смеси на з. м., горох, люпин на зерно и з. м., картофель ранний, озимый рапс, кукуруза на зел. корм, овес по бобовым и пропашным, гречиха	Слабая засоренность многолетними сорняками

Окончание табл. 7

Основная обработка почвы	Почвы	Степень дефляционной опасности	Предшественники	Прочие условия
<i>Озимая рожь</i>				
Отвальная вспашка	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком, минеральные остаточнo-торфяные и постторфяные супесчаные	Слабая, средняя	Однолетние бобово-злаковые, бобово-крестоцветные смеси, горох, люпин на зерно и з. м., картофель ранний, озимый рапс, лен, ячмень и овес по бобовым и пропашным, гречиха, кукуруза на з. м.	Применение органических удобрений
			Клевер, многолетние бобово-злаковые и злаковые травы, эспарцет, лядвенец	—
Безотвальная	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком и песком, остаточнo-торфяные и постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Однолетние бобово-злаковые и бобово-крестоцветные смеси, горох, люпин на зерно и з. м., картофель ранний, озимый рапс, ячмень и овес по бобовым и пропашным, гречиха, кукуруза на з. м.	—
Минимальная, поверхностная дисковая	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком и песком, постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Однолетние бобово-злаковые и бобово-крестоцветные смеси, горох, люпин на зерно и з. м., картофель ранний, озимый рапс, ячмень и овес по бобовым и пропашным, гречиха, кукуруза на з. м.	Слабая засоренность многолетними сорняками

Под озимую рожь на дерново-подзолистых супесчаных и песчаных автоморфных и полугидроморфных осушенных, торфяно-минеральных, подстилаемых суглинком и песком, остаточнo-торфяных и постторфяных супесчаных и песчаных почвах после однолетних бобово-злаковых смесей, стерневых предшественников, раннего картофеля и кукурузы на зеленый корм в качестве основной обработки рекомендуется безотвальная обработка чизельными культиваторами, а на полях с малым засорением многолетними сорняками – дисковыми орудиями.

На почвах нормального увлажнения, подверженных дефляции, с малой засоренностью полей многолетними сорняками возможно применение, наряду с безотвальной

чизельной и поверхностной обработкой, минимальной обработки с прямым посевом комбинированными посевными агрегатами. Отвальная обработка почвы под озимую рожь проводится после многолетних трав, а также при внесении органических удобрений и сильной засоренности полей многолетними сорняками. Для качественной запашки пласта многолетних злаковых трав рекомендуется проводить измельчение дернины в два следа (вдоль участка и по диагонали) тяжелой дисковой бороной, а на каменистых почвах и в засушливый период – чизельными культиваторами.

Яровые зерновые культуры. Под яровую пшеницу и ячмень после пропашных культур (картофель, свекла, овощные) и однолетних

культур сплошного сева (зернобобовые, бобовые и бобово-злаковые смеси, крестоцветные) на чистых от многолетних сорняков полях рекомендуется, особенно на средне- и сильно-дефляционноопасных почвах, безотвальное рыхление на глубину 14–16 см, а также минимальная обработка с прямым посевом комбинированными агрегатами.

Сразу после уборки однолетних культур сплошного сева (не позднее 3–5 дней) проводится лущение стерни дисковыми лущильниками или дисковыми боронами. Глубина лущения при засорении однолетними сорняками составляет 5–7 см, при засорении многолетними корневищными и корнеотпрысковыми сорняками – 10–12 см. В бездождевой период, когда почва сильно иссушена, для лущения жнивья рекомендуется использовать чизельные культиваторы, оборудованные оборотными или стрельчатыми лапами. Отвальная обработка под яровую пшеницу и ячмень проводится на слабodeфляционноопасных почвах после многолетних бобовых или бобово-злаковых трав, кукурузы и при сильной засоренности полей многолетними сорняками. Для измельчения и лучшей заделки в почву растительных остатков кукурузы необходимо провести дискование в 1–2 следа дисковой бороной.

Более качественное измельчение и заделку остатков кукурузы, особенно выращенной по зерновой технологии, осуществляют современные четырехрядные дискаторы с диаметром диска более 610 мм типа АДУ-6АКД и др.

На полях, засоренных многолетними сорняками, зяблевая вспашка проводится на глубину пахотного слоя с последующей обработкой (культивация, дискование) осенью и весной.

На участках, сильно засоренных пыреем, в случае невозможности применения гербицидов сплошного действия лущение (дискование) на глубину 10–12 см следует повторять в диагонально-перекрестных направлениях по мере появления шилец пырея на поверхности почвы не менее 2–3 раз (прием «истощения») с последующей вспашкой (прием «удушения») на глубину пахотного слоя плугами с предплужниками или углоснижками.

На полях, засоренных осотом, первое лущение проводят дисковыми лущильника-

ми на глубину 7–8 см, второе – чизельными культиваторами со стрельчатыми лапами на глубину 10–12 см. Потребность в третьем послойном лущении чизельными культиваторами на 14–15 см возникает при сильном засорении полей.

Во всех случаях обязательна последующая вспашка. Если технология возделывания предусматривает применение гербицидов сплошного действия, проведение лущения нецелесообразно.

Под овес основная обработка почвы после пропашных культур и однолетних культур сплошного сева проводится так же, как под яровую пшеницу и ячмень. После многолетних трав основная обработка включает дискование пласта трав на глубину 5–7 см в 2 следа под небольшим углом по отношению один к одному, а в засушливый период – чизельным культиватором (лапы шириной 10 или 65 мм) в направлении вспашки за 5–7 дней до ее проведения. Лучшим способом зяблевой обработки после многолетних трав является вспашка плугами с предплужниками (углоснижками). Предплужник подрезает задернованный верхний (6–8 см) слой почвы и снимает его, сбрасывая на дно борозды. Корпус плуга поднимает следующий слой, хорошо крошит его и закрывает дернину рыхлым слоем почвы. Для вспашки пласта следует использовать плуги с полувинтовыми или винтовыми отвалами, обеспечивающими полную заделку дернины (табл. 8).

Зернобобовые культуры (горох и люпин на зерно). Особенность обработки почвы под горох и люпин на зерно заключается в максимальном очищении ее от сорной растительности, создании рыхлой комковатой структуры и выровненной поверхности почвы. При посеве гороха и люпина на зерно после стерневых предшественников проводят лущение дисковыми лущильниками на глубину 7–8 см. На полях со средней и сильной засоренностью многолетними сорняками после лущения стерни (через 2–3 недели) в качестве основной обработки проводится зяблевая вспашка на глубину пахотного слоя плугами с предплужниками. Отвальная вспашка применяется также при размещении гороха и люпина после льна, кукурузы и многолетних злаковых трав (табл. 9).

Таблица 8. Основная обработка дефлированных и дефляционноопасных почв под яровые зерновые культуры

Основная обработка почвы	Почвы	Степень дефляционной опасности	Предшественники	Прочие условия
<i>Яровая пшеница, ячмень</i>				
Отвальная вспашка	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком, остаточно-торфяные и постторфяные супесчаные	Слабая, средняя	Клевер, люцерна, многолетние бобово-злаковые травы, кукуруза	Сильная засоренность многолетними сорняками
Безотвальная	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком и песком, остаточно-торфяные и постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на корм, крестоцветные, овес, гречиха	Слабая засоренность многолетними сорняками
Минимальная	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком и песком, постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на корм, крестоцветные, овес, гречиха	Слабая засоренность многолетними сорняками
<i>Овес</i>				
Отвальная вспашка	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком, остаточно-торфяные и постторфяные супесчаные	Слабая, средняя	Многолетние злаковые травы	Сильная засоренность многолетними сорняками
Безотвальная	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком и песком, остаточно-торфяные и постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси, озимая рожь, гречиха, озимая и яровая пшеница, ячмень	—
Минимальная, поверхностная дисковая	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные, торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком и песком, постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси, озимая рожь, гречиха, озимая и яровая пшеница, ячмень	Слабая засоренность многолетними сорняками

На дефлированных и дефляционноопасных почвах после зерновых культур на полях, чистых от сорняков, целесообразно заменять вспашку безотвальной чизельной обработкой на глубину 20–25 см. На легких супесчаных и песчаных автоморфных почвах рекомендуется минимальная обработка комбинированными агрегатами с подготовкой почвы за один проход.

Однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на зеленую массу. Однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на зеленую массу

возделываются, как правило, в виде промежуточных посевов. После уборки озимой промежуточной культуры на зеленую массу или скармливания скоту в мае высевают основные поукосные культуры: люпин кормовой, вико-, пелюшко-овсяные смеси и др. Вслед за уборкой озимых на зеленую массу следует приступать к обработке почвы и далее – к посеву поукосных. Выбор способов и приемов обработки почвы зависит от ее гранулометрического состава, степеней увлажнения и дефлированности.

Таблица 9. **Основная обработка дефлированных и дефляционноопасных почв под зернобобовые культуры и бобово-злаковые смеси**

Основная обработка почвы	Почвы	Степень дефляционной опасности	Предшественники	Прочие условия
<i>Горох и люпин на зерно</i>				
Отвальная вспашка	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, остаточноторфяные и постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя	Многолетние злаковые травы, кукуруза	Сильная засоренность многолетними сорняками
Безотвальная	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, остаточноторфяные и постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Озимые и яровые зерновые, гречиха	Слабая засоренность многолетними сорняками
Минимальная	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные, постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Озимые и яровые зерновые, гречиха	Слабая засоренность многолетними сорняками
<i>Однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на зеленую массу</i>				
Безотвальная, поверхностная дисковая	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные и полугидроморфные осушенные, остаточноторфяные и постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Озимые и яровые зерновые, гречиха	—
Минимальная, нулевая	Дерново-подзолистые супесчаные и песчаные автоморфные, постторфяные супесчаные и песчаные	Слабая, средняя, сильная	Озимые и яровые зерновые, гречиха	Слабая засоренность многолетними сорняками

На дефлированных и дефляционноопасных почвах легкого гранулометрического состава (песчаные и супесчаные) при качественной уборке озимых промежуточных культур посев поукосных культур рекомендуется проводить без предварительной основной обработки почвы при помощи комбинированных (почвообрабатывающих и посевных) агрегатов. Совмещение обработки почвы и посева сокращает число проходов машин по полю, сроки подготовки почвы и посева и, главное, снижает дозовые нагрузки на механизаторов при выполнении работ в условиях повышенного радиоактивного загрязнения. На легких автоморфных почвах рекомендуется чизельное рыхление на глубину 15–18 см или поверхностную дисковую обработку на 10–12 см, а на полугидроморфных осушенных почвах – чизельную обработку на глубину 20–25 см.

Система обработки дефлированных и дефляционноопасных почв в севооборотах. Основные условия, в значительной степени определяющие систему обработки почвы в севообороте, – это биологические особенности

сельскохозяйственных культур, порядок чередования их в севообороте, характер и степень засоренности полей, гранулометрический состав почвы, мощность пахотного слоя и др.

При формировании системы обработки почвы в севообороте необходимо предусмотреть ее минимизацию, то есть уменьшить число проходов и ее глубину, совмещать механические операции в одном агрегате, применять широкозахватные агрегаты. С целью проектирования противодефляционных мероприятий и формирования почвозащитных систем земледелия применительно к конкретным почвенно-ландшафтным условиям проведена количественная оценка почвозащитной эффективности сельскохозяйственных культур и приемов обработки почвы. Параметры почвозащитной способности агрофонов «сельскохозяйственная культура – обработка почвы» изменяется от 0,10 до 0,86 [5]. С учетом параметров (коэффициентов) почвозащитной способности сельскохозяйственных культур для почв с разной степенью дефляционной опасности разработаны системы их основной обработки в севооборотах (табл. 10–12).

Таблица 10. Системы обработки почвы в севооборотах на почвах со слабой дефляционной опасностью

Типы севооборотов	Чередование культур в севообороте	Прием обработки почвы под культуру	Система обработки почвы
<i>Почвы дерново-подзолистые рыхлосупесчаные, подстилаемые песками (автоморфные и слабogleеватые)</i>			
Зернотравяно-пропашной	1. Озимая тритикале + пожнивные 2. Картофель 3. Ячмень + пожнивные 4. Люпин кормовой на 3. м. 5. Озимая рожь 6. Пелюшко-овсяная смесь на 3. м.	Безотвальная, минимальная Отвальная вспашка Безотвальная, минимальная Отвальная вспашка Безотвальная, минимальная Безотвальная, минимальная	Безотвально-отвальная
<i>Почвы дерново-подзолистые и дерново-подзолистые заболоченные рыхлосупесчаные, подстилаемые песками (глееватые и глеевые)</i>			
Зернотравяно-пропашной	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Картофель 3. Ячмень + пожнивные 4. Кукуруза на 3. м. или силос 5. Озимая тритикале + пожнивные 6. Пелюшко-овсяная смесь на 3. м.	Безотвальная, минимальная Отвальная вспашка Безотвальная, минимальная Отвальная вспашка Отвальная вспашка Безотвальная, минимальная	Отвально-безотвальная
<i>Почвы торфяно-болотные осушенные на мощных (>2 м) торфях</i>			
Зерно-травяной	1. Озимая пшеница (тритикале) 2. Овес + многолетние травы 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Яровая пшеница (ячмень) 6. Озимая рожь + пожнивные 7. Горох (пелюшка) с овсом на 3. м.	Безотвальная, минимальная Отвальная вспашка – Отвальная вспашка Безотвальная, минимальная Безотвальная, минимальная	Безотвально-отвальная

Таблица 11. Системы обработки почвы в севооборотах на почвах со средней дефляционной опасностью

Типы севооборотов	Чередование культур в севообороте	Прием обработки почвы под культуру	Система обработки почвы
<i>Почвы дерново-подзолистые песчаные, подстилаемые суглинком (автоморфные, слабоглееватые, глееватые и глеевые)</i>			
Зернотравяной	1. Озимая рожь на з. м. + люпин поукосно 2. Озимая тритикале + пожнивные 3. Кукуруза на зерно 4. Ячмень 5. Озимая рожь + пожнивные 6. Овес	Безотвальная, минимальная Безотвальная, минимальная Отвальная вспашка Отвальная вспашка Безотвальная, минимальная Безотвальная, минимальная	Безотвально-отвальная
Зернотравяной	1. Озимая рожь на з. м. + люпин поукосно 2. Озимая тритикале 3. Кукуруза на силос 4. Озимая рожь + пожнивные 5. Овес	Безотвальная, минимальная Безотвальная, минимальная Отвальная вспашка Отвальная вспашка Безотвальная, минимальная	Безотвально-отвальная
<i>Почвы торфяно-болотные осушенные на среднемоющих (1–2 м) торфах</i>			
Травяно-зерновой	1. Однолетние травы + мн. травы 2–5. Мн. злаковые травы 6. Овес	Безотвальная, минимальная – Отвальная вспашка	Отвально-безотвальная
<i>Почвы торфяно-минеральные, подстилаемые суглинком</i>			
Зернотравяной	1. Озимая тритикале 2. Овес + многолетние травы 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Яровая пшеница (ячмень) + + пожнивные 6. Горох (пелюшка) с овсом на з. м.	Безотвальная, минимальная Отвальная вспашка – Отвальная вспашка Безотвальная, минимальная	Отвально-безотвальная
<i>Почвы минеральные остаточнo-торфяные и постторфяные супесчаные</i>			
Зернотравяной	1. Озимая рожь на з. м. + одно-летние травы 2. Озимая рожь + пожнивные 3. Овес + многолетние травы 4–5. Бобово-злаковые травы 6. Озимая тритикале	Безотвальная, минимальная Безотвальная, минимальная Отвальная вспашка – Отвальная вспашка	Отвально-безотвальная

Таблица 12. Системы обработки почвы в севооборотах на почвах с сильной дефляционной опасностью

Типы севооборотов	Чередование культур в севообороте	Прием обработки почвы под культуру	Система обработки почвы
<i>Почвы дерново-подзолистые песчаные на мощных песках (автоморфные, слабоглееватые, глееватые и глеевые)</i>			
Травяно-зерновой	1. Озимая рожь + многолетние травы 2–5. Мн. злаковые травы 6. Овес	Безотвальная, минимальная – Отвальная вспашка	Отвально-безотвальная
Травяно-зерновой	1. Однолетние травы + многолет-ние травы 2–5. Мн. злаковые травы 6. Озимая рожь + пожнивные	Безотвальная, минимальная – Отвальная вспашка	Отвально-безотвальная

Окончание табл. 12

<i>Почвы торфяно-болотные осушенные на маломощных (0,5–1 м) торфах, торфяно-глеевые (0,3–0,5 м), торфянисто-глеевые (0,2–0,3 м)</i>			
Зернотравяной	1. Озимая рожь + пожнивные 2. Ячмень + многолетние травы 3–4. Бобово-злаковые травы 5. Озимая тритикале 6. Горох (пелюшка) с овсом на 3. м.	Безотвальная, минимальная Отвальная вспашка – Отвальная вспашка Безотвальная, минимальная	Безотвально-отвальная
<i>Почвы торфяно-минеральные, подстилаемые песком, минеральные остаточно-торфяные и постторфяные песчаные</i>			
Травяно-зерновой	1. Озимая рожь + многолетние травы 2–5. Мн. злаковые травы	Отвальная вспашка –	Отвальная

Выводы

Формирование почвозащитных комплексов на дефлированных и дефляционноопасных землях базируется на группировке минеральных, легких по гранулометрическому составу, торфяных и деградированных торфяных почв по степени потенциальной дефляционной опасности. В зависимости от компонентного состава почв с разной потенциальной дефляционной опасностью и величиной дефляции выделяются типы дефляционных сельскохозяйственных земель, а также определяются использование дефляционных земель, структура посевов и почвозащитные севообороты.

Использование дефляционных земель (под пахотные или луговые земли), структура

посевов и типы почвозащитных севооборотов устанавливаются на основе значений предотвращенных и остаточных потерь почвы при дефляции под отдельными группами сельскохозяйственных культур. При формировании системы обработки почвы в севооборотах учитываются, наряду с дефлируемостью почв, биологические особенности сельскохозяйственных культур, порядок чередования их в севообороте, характер и степень засоренности полей, гранулометрический состав почвы, при этом предусматриваются ее минимизация, уменьшение числа проходов и глубины, совмещение механических операций в одном агрегате.

Библиографический список

1. Почвы Республики Беларусь / В. В. Лапа [и др.]; под ред. В. В. Лапы. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 632 с.
2. Почвы сельскохозяйственных земель Республики Беларусь : практ. пособие / Под ред. Г. И. Кузнецова, Н. И. Смеяна. – Минск : Оргстрой, 2001. – 432 с.
3. Осушенные торфяные и дегроторфяные почвы в составе сельскохозяйственных земель Республики Беларусь : практ. пособие / В. В. Лапа [и др.] ; под общ. ред. В. В. Лапы ; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск : ИВЦ Минфина, 2018. – 215 с.
4. Почвенное обследование земель и создание, обновление почвенных карт. Порядок и технология работ : ТКП 651-2020 (33520). – Введ. 01.07.20. – Минск : Гос. ком. по имуществу Респ. Беларусь, Ин-т почвоведения и агрохимии, 2020. – 66 с.
5. Цыбулько, Н. Н. Обработка почвы в эрозионных и загрязненных радионуклидами агроландшафтах / Н. Н. Цыбулько, А. Ф. Черныш / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 424 с.
6. Земледелие и растениеводство. Научные основы интенсификации системы земледелия в Беларуси : прил. к журн. «Земледелие и растениеводство» – 2022. – № 2. – С. 3–40.

Поступила 23 августа 2022 г.

АСПЕКТЫ СОЗДАНИЯ БОБОВО-ЗЛАКОВЫХ АГРОФИТОЦЕНОЗОВ В РЕГИОНЕ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Е. Б. Евсеев, кандидат сельскохозяйственных наук

В. С. Филипенко, кандидат экономических наук

*Полесский государственный университет,
г. Пинск, Беларусь*

Аннотация

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

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

Abstract

E. B. Evseev, V. S. Filipenko

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

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

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

Введение

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

- внедрение зональных систем земледелия с применением ресурсосберегающих технологий,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Реализация мероприятий Государственной программы позволит:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Методика исследования

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

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

Результаты исследований и их обсуждение

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Наиболее результативны такие технологические приемы создания бобово-злаковых

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

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

Замещение азотных удобрений путем насыщения бобовыми культурами злакового

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

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

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

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

где Y – удельный вес высеваемой культуры;

X – годы использования травостоя.

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

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

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

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

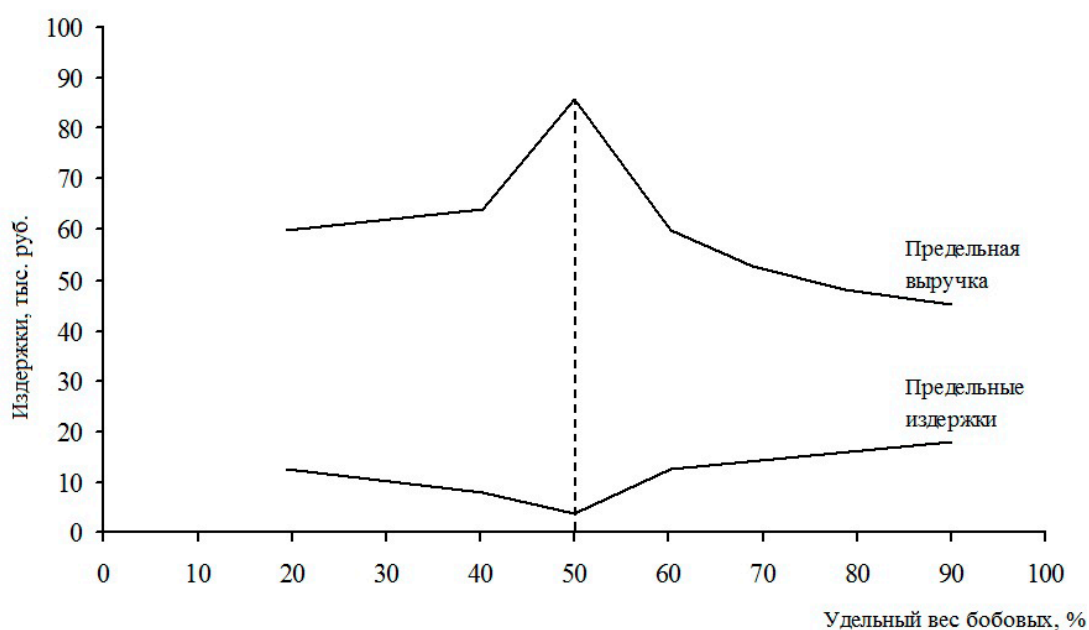


Рисунок. Взаимосвязь между выручкой от прироста переваримого протеина и дополнительными издержками на его производство

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

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

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

следующие технологии коренного улучшения сеянных сенокосов:

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

Таблица 2. Энергетическая оценка технологии создания сеянных сенокосов

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

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

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

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

В результате применения технологии совокупные затраты энергии составят

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

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

Заключение

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

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

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

Обеспечение посевов многолетних трав на торфяных почвах будет способствовать эко-

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

Библиографический список

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

Поступила 10 августа 2022 г.

МАКРОФОМОЗ ГРАНАТОВЫХ КУСТОВ В УСЛОВИЯХ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЗЕРБАЙДЖАНА

Ф. А. Гулиев¹, доктор сельскохозяйственных наук

Л. А. Гусейнова², научный сотрудник

¹Ленкоранский региональный научный центр НАН Азербайджана,

г. Ленкорань, Азербайджан

²Научно-исследовательский институт защиты растений и технических культур

Республики Азербайджан, г. Гянджа, Азербайджан

Аннотация

Представлены результаты изучения макрофомоза в гранатовых садах на западе Азербайджана. Исследования проведены в 2018–2020 гг. в гранатовых садах (Гянджа-Казахская географическая зона). В ходе полевых и лабораторных экспериментальных исследований установлено, что макрофомоз после основных болезней является второстепенным, редко встречающимся, но вредоносным заболеванием гранатовых кустов. Показаны результаты использования химических препаратов Азоксифен, Коназол, Сельфат и П-оксирид, изучено их влияние на развитие и распространенность макрофомоза.

Ключевые слова: гранатовый куст, макрофомоз, поражаемость, пятна, гриб, пикноспоры.

Abstract

F. A. Guliev, L. A. Huseynova

MACROPHOMOSIS OF POMEGRANATE BUSHES IN THE CONDITIONS OF THE WESTERN PART OF AZERBAIJAN

The results of the study of macrophomosis in pomegranate orchards in the west of Azerbaijan are presented. The studies were carried out in 2018–2020 in pomegranate gardens (Ganja-Kazakh geographical zone). In the course of field and laboratory experimental studies, it was found that macrophomosis, after the main diseases, is a minor, rare, but harmful disease of pomegranate bushes. The results of the use of chemicals Azoxifen, Konazol, Selfat and P-oxiride are shown, their influence on the development and prevalence of macrophomosis.

Keywords: pomegranate bush, macrophomosis, affect, spots, fungus, pycnosporos.

Введение

Гранатовые кусты поражаются многими видами инфекционных болезней. Видовой состав и степень развития отдельных из них во многом зависит от эколого-географических условий зоны возделывания данной культуры.

Макрофомоз (здесь и далее – *Macrophoma granati* Berl. et Vogl.) – широко распространенное некротическое заболевание гранатовых кустов в условиях западной части Азербайджана (Гянджа-Казахская географическая зона). Оно сопровождается процессом гниения. Во влажных условиях болезнь вызывает массовое отмирание ветвей граната, плодоножек, завязей и плодов в период их созревания. Вредоносность макрофомоза заключается в том, что на пораженных побегах образуются бурые пятна. Разрастаясь, они могут охватывать значительную часть побега или околь-

цовывать его. Иногда кора покрывается продольными трещинами или раковыми ранами, из которых выделяется клейкая масса (камедь). Возбудитель макрофомоза проникает в растение чаще всего через трещины покровных тканей.

Род *Punica* L. относится к древнему растительному типу. На территории Азербайджана его ископаемые остатки сохранились еще со времен олигоцена и плиоцена. Родина культурного граната (рис. 1–2) – Азербайджан. Куртины дикорастущего граната встречаются в Тугайских лесах. Здесь проходил его основной формообразовательный процесс, отсюда он распространялся в другие районы мира: восточные регионы Азии, включая Китай, на запад – до Северной Африки и Испании.

В субтропическом плодоводстве культура граната насчитывает тысячелетнюю историю. Он успешно выращивается в Азербайджане, Узбекистане, Туркмении, Таджикистане, Грузии. В настоящее время гранат культивируется в открытом грунте в Азербайджане, Грузии, Туркмении, Дагестане, на Крымском полуострове [1–4].

Для выращивания граната очень важно орошение. Поливной режим гранатового сада определяется агроклиматическими условиями района возделывания, почвами, биологическими особенностями культуры, возрастом насаждений и другими факторами. Поливной режим в период вегетации устанавливают с учетом увлажнения активного слоя почвы в молодых садах до глубины 60–80, в плодоносящих до 80–180 см.

Результаты многих исследований показывают, что для плодовых культур допустимый нижний предел увлажнения на песках составляет 50–55, на супесях 55–60, на суглинках 60–65, на глинистых почвах 65–70 % предельной полевой влагоемкости. При снижении влажности до указанного уровня дают очередной полив, сроки которого устанавливают как по прямому определению влажности почвы в зоне обитания корней, так и по физиологическим показателям растений. Оптимальное увлажнение почвы благоприятствует росту побегов, увеличивает количество листьев.

Кустам граната благоприятствуют атмосферные осадки 500–600 мм за вегетационный период (особенно весной и летом). Плоды самого высокого качества получают в орошаемых западных районах Азербайджана, где они созре-

вают в засушливый и жаркий периоды. Гранатовое растение *Punica L.* хорошо развивается даже в условиях отсутствия искусственного орошения в районах, где годовая сумма осадков составляет 500–700 мм, а осадки распределяются относительно равномерно. В засушливом климате требуется искусственный полив.

В гранатовом саду, на каштановых почвах Гянджа-Казахской географической зоны, нами было проведено 8–10 поливов за вегетационный период. Норма полива 700–900 м³/га. Исследованиями установлено, что высокий урожай получен в гранатовых садах, поливавшихся 8 раз в течение вегетации:

- ранней весной полив проведен в марте из расчета 800–850 м³ на каждый гектар гранатового сада;
- первый полив – в период набухания вегетативных побегов с нормой 350–660 м³ в апреле;
- повторный (второй) полив – перед цветением нормой 500–600 м³ в начале мая;
- третий полив – в начале июня нормой 700–750 м³ после массового цветения;
- четвертый полив – в конце июня нормой 200 м³ после осыпания слаборазвитых цветков на кустах;
- пятый вегетационный полив – в середине июля нормой 700 м³ в период быстрого роста однолетних побегов;
- шестой и седьмой поливы проведены в конце августа из расчета 500 м³ в начале созревания плодов;
- осенне-зимний резервный полив – в период декабря – февраля нормой 1000–1200 м³.



Рис. 1–2. Азербайджанские сорта граната «Розовая гюлоша» и «Крмызы кабух»

Наиболее эффективный способ полива плодовых растений, в том числе граната, – капельный (инфильтрационный), при котором расчетная норма воды равномерно подается по трубопроводам непосредственно в зону размещения корней. При этом непроизводительный расход воды на испарение с поверхности почвы, сброс и просачивание вглубь сводятся к минимуму.

Растения можно поливать только в теплую погоду. После каждого полива в весенне-летний период следует проводить рыхление поливных борозд и приствольных кругов. Мульчирование почвы значительно сокращает число поливов, а мульчирование приствольных кругов проводят сразу же после полива и рыхления.

Гранат, как и многие другие плодовые растения, довольно часто поражается болезнями, в результате которых теряются его декоративные свойства и снижается урожай (порой он полностью гибнет). Грибные, бактериальные, вирусные (микозы, бактериозы, вирозы) и другие болезни часто встречаются на этом растении и вызывают сильные негативные последствия: изменение окраски листьев, засыхание цветков, загнивание плодов.

В азербайджанской и зарубежной научной литературе в основном изучаются такие самые вредоносные заболевания, как фомоз, или рак ветвей граната (*Phoma punicae* Tassi), плодовые гнили (зителиозная плодовая гниль, монилиозная плодовая гниль и т. д.), антракноз, или парша плодов граната (*Sphaceloma punicae* Bitank. et Jenk.). Однако анализ выявленной микобиоты показывает, что многие фитопатогенные грибы (например, представители рода *Nematospora*, *Macrophoma*, *Cytospora*, *Pestalotia* и др.) потенциально опасны. Поэтому мы считаем, что в дальнейшем они должны быть подвергнуты изучению, а меры по борьбе с ними должны предприни-

маться против всех заболеваний, не только основных вредоносных. Именно эту цель мы преследовали, рекомендуя уборку и уничтожение опавших листьев, сухих ветвей, а также посадку сравнительно устойчивых сортов. Опрыскивание ДНОКом направлено против рака, но одновременно оно эффективно и в отношении других заболеваний.

При сильном поражении макрофомозом значительно понижается урожайность гранатовых кустов, меняется химический состав плодов (содержание сахаристости и кислотности), нарушаются физиологические процессы. Установлено, что с увеличением интенсивности поражения содержание хлорофилла на листьях граната уменьшается [5–7].

Результаты наших полевых исследований 2018–2020 гг., проводившихся в промышленно значимых гранатовых садах, показывают, что макрофомоз сочетается с другими заболеваниями, в основе которых лежит некроз, то есть тип болезни, характеризующийся отмиранием какого-либо участка ткани или части растения. На пораженных органах (листьях, плодах, стеблях) отмирают участки разной формы (округлой, угловатой, удлинённой), меняется окраска (становится желтой, красной, бурой, черной и под.). Некрозы обусловлены неблагоприятными абиотическими факторами (обмерзанием, ожогами, трением, недостатками или избытками элементов питания), химическими воздействиями (ожогами при опрыскивании), фитопатогенными микроорганизмами (грибами, бактериями, вирусами), микроорганизмами с некротрофным и гемибитрофным типами питания. К частным проявлениям некроза относятся пятнистость, ожог и язва. Макрофомозу подвержены не только гранатовые кусты, но и большинство субтропических плодовых растений (табл. 1).

Таблица 1. Сравнительная оценка макрофомозов субтропических культур*

Болезни	Поражаемые органы растений	Место и стадия зимовки возбудителя	Этиология болезни и биологическая группа фитопатогена
Макрофомоз граната (<i>Macrophoma granati</i> Berl. et Vogl.)	Ветви, плодоножки, завязи и плоды в период созревания	Гриб сохраняется в пораженных ветках и плодах в форме грибицы и пикнид с пикноспорами	Микоз и некротроф

Окончание табл. 1

Макрофомозная гниль плодов инжира (<i>Macrophoma fici</i> Alm. et Cam.)	Плоды	Гриб сохраняется в пораженных плодах пикнидами с пикноспорами	Микоз и некротроф
Макрофомоз фейхоа (<i>Macrophoma nuptialis</i> Bubak.)	Листья, ветви, кора штамба и ветвей	Гриб сохраняется в пораженных листьях, ветках растений	Микоз и некротроф
Макрофомоз субтропической или японской мушмулы (<i>Macrophoma eriobotryae</i> Pegl.)	Листья, плоды, побеги и ветки	Возбудитель болезни сохраняется в пораженных ветвях, побегах и плодах в виде грибницы и пикнид с пикноспорами	Микоз и некротроф
Макрофомоз субтропической или восточной хурмы (<i>Macrophoma diospyricola</i> Woron.)	Плоды, чашечки, плодоножки, листья и побеги	Сохраняется гриб в виде грибницы и пикнид с пикноспорами в пораженных частях растений	Микоз и некротроф

П р и м е ч а н и е. Таблица разработана Л. А. Гусейновой по результатам исследования 2020 г.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на сортах граната «Крмызы Кабух» и «Розовая Гюлоша» на 0,5 га частного фермерского хозяйства площадью 19 га, расположенного в Геранбойском р-не Гянджа-Казахской экономической зоны. Полевые и лабораторные эксперименты проводили по методике Б. А. Доспехова [8]. Опыты закладывались на условиях агротехники возделывания граната, рекомендованной для данной зоны; всего 5 вариантов опытов трехкратной повторности. Учет распространения и развития макрофомоза граната проводился систематически в течение всего периода вегетации по методикам, общепринятым в фитопатологии [9–12].

Цель работы – изучить распространение, развитие и вредоносность макрофомоза; оце-

нить сравнительную эффективность применения фунгицидов Азоксифен, Сельфат, Коназол и П-оксирид в гранатовых садах; определить целесообразность их использования в условиях западной части Азербайджана.

В рамках общей проблемы ставились и решались следующие задачи:

- 1) провести мониторинг микозов в гранатовом агроценозе;
- 2) уточнить биологические особенности возбудителя макрофомоза гранатовых кустов – гриба *Macrophoma granati* Berl. et Vogl.;
- 3) изучить влияние отдельных приемов технологии возделывания граната на проявление макрофомоза и предложить систему агротехнических и химических мероприятий для снижения вредоносности болезни.

Результаты исследований и их обсуждение

Макрофомоз обнаруживается на молодых и взрослых растениях граната. В условиях влажных субтропиков болезнь вызывает массовое отмирание ветвей, плодоножек, завязей и плодов в период их созревания. На молодых побегах кора вначале буреет, слег-

ка вдавливаясь, а затем на ней появляются мелкие черные точки (пикниды гриба). Пятна постепенно разрастаются в продольном и поперечном направлениях и растрескиваются. Образование трещин может сопровождаться выделением камеди. На плодоножках, завязях

и плодах макрофомоз проявляется сначала в виде светло-коричневых, а затем темно-бурых пятен различной формы и величины. Вредоносность болезни заключается в том, что постепенно она способствует развитию рака.

Экспериментальными лабораторными исследованиями установлено, что возбудитель болезни – несовершенный гриб *Macrophoma granati* Berl. et Vogl. из порядка *Sphaeropsidales*. Патоген образует на пораженных частях растений немногочисленные неправильно-шаровидные, с приоткрытым устьищем, пикниды темно-бурого цвета в диаметре 90–180 мкм. Пикноспоры веретеновидные, малозернистые, бесцветные, размером 18–24 × 5,5–7,0 мкм.

Эффективный комплекс обработок против макрофомоза может быть создан с учетом биологического цикла патогена, климатических условий региона и степени устойчивости сортов граната. Его результативность должна обеспечиваться своевременным проведением агротехнических мероприятий, использованием минимума химических средств защиты. Подбор препаратов важно вести с учетом их экологической безопасности как для плодовой продукции,

так и для окружающей среды (табл. 2). Эффективное применение химического метода основано на таких факторах, как виды фитопатогенных организмов, их вредоносность, возраст культуры, степень ее пораженности и т. д.

В значительной степени эффективность фунгицидов зависит от степени развития болезни в период применения средств защиты растений, от выбора препарата и особенностей развития контролируемого возбудителя болезни или их комплекса [13–15].

Как следует из табл. 2, при опрыскивании Сельфатом в первом варианте распространение и развитие макрофомоза соответственно составило 18,1–8,9 %; Коназола – 20,0–10,8; П-оксида – 24,4–13,9; техническая или биологическая эффективность 68,0–61,2–50,0 % соответственно. Во втором варианте хорошие результаты получены при опрыскивании Сельфатом, поскольку биологическая эффективность препарата составила 74,3 %.

Таким образом, лечение гранатовых кустов фунгицидами Сельфат и Коназол положительно влияет на макрофомоз, снижая его распространение и развитие.

Таблица 2. Влияние фунгицидов на распространение и развитие макрофомоза гранатовых кустов (2020 г.)

Препараты	Первый вариант			Второй вариант		
	После третьего опрыскивания			После третьего опрыскивания		
	распространение болезни, %	интенсивность развития, %	биологическая эффективность в сравнении с контролем, %	распространение болезни, %	интенсивность развития, %	биологическая эффективность в сравнении с контролем, %
0,05%-й Азоксифен	25,4	14,6	48,0	18,8	8,8	69,0
0,05%-й Коназол	20,0	10,8	61,2	17,4	8,0	71,4
0,45-й Сельфат	18,1	8,9	68,0	16,9	7,2	74,3
0,3%-й П-оксид	24,4	13,9	50,0	18,0	8,5	70,0
Контроль (без химической обработки)	44,8	27,8	–	45,7	28,0	–

Заключение

В борьбе с макрофомозом граната (*Macrophoma granati* Berl. et Vogl.) важно соблюдать рациональные агротехнические приемы, повышающие устойчивость растений к болезням; своевременно проводить химические и другие мероприятия, направленные на уничтожение патогенов; соблюдать комплексы агротехнических и санитарно-профилактических мероприятий. К их числу, помимо прочих, относятся:

- размещение питомников вдали от взрослых насаждений граната (не менее 500 м) и других плодовых культур (нельзя располагать питомники на участке с близким залеганием грунтовых вод и тяжелыми заплывающими почвами);
- создание и районирование сортов граната, высокоустойчивых к болезням; предпочтение должно отдаваться высокопродуктивным сортам с групповой устойчивостью;
- правильная обработка почвы, своевременное внесение минеральных и органических удобрений, обрезка и уничтожение

отмерших ветвей, побелка стволов осенью и ранней весной и т. д.;

- систематическая борьба с насекомыми;
- проведение комплекса мероприятий по созданию посадочного материала, свободного от макрофомоза;
- систематическое уничтожение дикорастущих растений граната, а применительно к производственным насаждениям – удаление больных кустов, потерявших хозяйственное значение;
- обрезка, удаление, сжигание пораженных ветвей и побегов. Места среза дезинфицируют и покрывают масляной краской; опавшие листья и плоды собирают и уничтожают.

Определены оптимальные концентрации фунгицидов, подавляющие рост и развитие возбудителя макрофомоза. Из химических препаратов против макрофомоза гранатовых кустов были испытаны Азоксифен, Коназол, Сельфат и П-оксирид. Биологическая эффективность препарата Сельфат против макрофомоза составила 68,0–74,3 %.

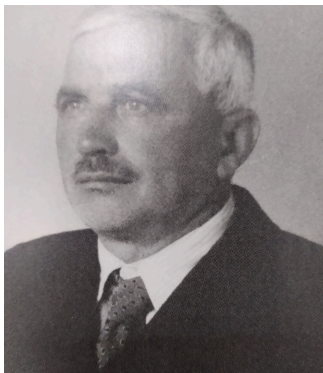
Библиографический список

1. Гулиев, Ф. А. Влияние отдельных агротехнических мероприятий на пораженность растений граната фомозом или раком ветвей в условиях Гянджа-Казахской географической зоны / Ф. А. Гулиев, Л. А. Гусейнова // Глобальная наука и инновации 2021: Центральная Азия. Сер. «С.-х. науки». – 2021. – № 1 (12). – С. 15–20.
2. Гулиев, Ф. А. Паразитные грибы гранатовых кустов в западной части Азербайджана / Ф. А. Гулиев, Л. А. Гусейнова // Науч. сб. Ин-та виноградарства и виноделия. – Одесса, 2020. – Вып. 57. – С. 35–46.
3. Гулиев, Ф. А. Зитиозная плодовая гниль гранатовых кустов в западной части Азербайджана / Ф. А. Гулиев, М. М. Гурбанов, Л. А. Гусейнова // Вестн. Ижев. гос. с.-х. акад. – 2020. – № 4 (64). – С. 19–30.
4. Гулиев, Ф. А. Современные фунгициды для интегрированных систем защиты гранатовых кустов от комплекса фитопатогенов в западной части Азербайджана / Ф. А. Гулиев, Л. А. Гусейнова // Știința agricolă. – 2020. – № 2. – Р. 50–58. DOI: 10.5281/zenodo.4320976
5. Гулиев, Ф. А. Биологические особенности возбудителей грибных болезней граната (*Punica granatum* L.) / Ф. А. Гулиев, Л. А. Гусейнова // Ботаника (исследования) : сб. науч. тр. / Ин-т эксперим. ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. – Минск, 2020. – Вып. 49. – С. 177–187.
6. Гулиев, Ф. А. Видовой состав возбудителей болезней граната в Гянджа-Казахской географической зоне и усовершенствование мер борьбы с основными из них / Л. А. Гусейнова, Ф. А. Гулиев, Л. А. Гусейнова // Перм. аграр. вестн. – 2020. – № 3 (31). – С. 39–51.
7. Гулиев, Ф. А. Основные болезни *Punica granatum* L. в условиях западной части Азербайджана / Ф. А. Гулиев, Л. А. Гусейнова // Агроэколог. журн. – 2020. – № 4. – С. 76–83.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основой обработки материалов исследования) / Б. А. Доспехов. – М. : Книга по требованию, 2012. – 352 с.

9. Хохряков, М. К. Методические указания по экспериментальному изучению фитопатогенных грибов / М. К. Хохряков. – Л. : Колос, 1976. – 45 с.
10. Основные методы фитопатологических исследований / А. Е. Чумаков [и др.]. – М. : Колос, 1974. – 190 с.
11. Дьяков, Ю. Т. Фундаментальная фитопатология / Ю. Т. Дьяков. – М. : Красанд, 2012. – 431 с.
12. Билай, В. И. Методы экспериментальной микологии / В. И. Билай. – Киев : Наук. думка, 1982. – 385 с.
13. Зинченко, В. А. Агроэкотоксикологические основы применения пестицидов / В. А. Зинченко. – М. : Изд-во РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2000. – 59 с.
14. Захарычев, В. В. Грибы и фунгициды / В. В. Захарычев. – М. : Лань, 2019. – 92 с.
15. Словцов, Р. И. Принципы, методы и технологии интегрированной защиты растений / Р. И. Словцов, Т. Т. Борисова, Л. М. Голенева. – М. : Изд-во РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева, 2008. – 203 с.

Поступила 19 июля 2022 г.

• ЧТОБЫ ПОМНИЛИ •



ЗАХАР НИКОЛАЕВИЧ ДЕНИСОВ (к 130-летию)

Захар Николаевич Денисов родился 30 августа 1892 г. в дер. Клепчаны Слуцкого р-на Минской обл.

В 1924 г. окончил Горецкий сельскохозяйственный институт и получил специальность растениевода-ботаника. С 1923 по 1930 гг. – научный сотрудник, ассистент, доцент Белорусской сельскохозяйственной академии; в 1931–1937 гг. – старший специалист и заведующий сектором болотоведения Всесоюзного научно-исследовательского института болотного хозяйства; 1937–1941 гг. – заведующий кафедрой Белорусского государственного университета; 1944–1955 гг. – заведующий отделом болотоведения НИИ мелиорации, водного и болотного хозяйства; 1955–1967 гг. – заведующий отделом лугов и пастбищ БелНИИ мелиорации и водного хозяйства.

Кандидат сельскохозяйственных наук (1937). Автор 55 опубликованных научных работ, 3 монографий в области болотоведения, луговодства, геоботаники.

К числу наиболее значимых работ, где З. Н. Денисов выступал как соавтор, были: «Смеццевая расліннасць і пладазмен: па матэрыялах Стэбутаўскага даследчага поля» (1927), «Агратэхніка асноўных сельскагаспадарчых культур на тарфяных глебах БССР» (1951), «Улучшение естественных кормовых угодий БССР» (1956), «Паляпшэнне лугоў БССР» (1960). «Улучшение естественных кормовых угодий и создание культурных пастбищ: рекомендации» (1963).



**АННА ИВАНОВНА
ХОТЬКО
(к 120-летию)**

Анна Ивановна Хотько родилась 15 июня 1902 г. в г. Могилеве. В 1928 г. окончила агрономический факультет Горецкого сельскохозяйственного института и получила специальность агронома-культуртехника.

В 1928–1931 гг. – аспирант Всесоюзного института болотного хозяйства (г. Минск), в 1931–1932 гг. – ученый секретарь, в 1932–1941 гг. – старший научный сотрудник, заведующая отделом этого же института. В годы Отечественной войны работала в эвакуации: с 1941 г. по 1944 г. – заведующая отделом Кировской лугоболотной станции.

С 1944 г. жизнь и деятельность Анны Ивановны вновь связана с Беларусью: в 1944–1951 гг. она заведующая отделом НИИ мелиорации, водного и болотного хозяйства АН БССР; 1951–1961 гг. – заместитель директора по науке БелНИИ мелиорации и водного хозяйства.

В 1953 г. успешно защитила кандидатскую диссертацию (тема – «Основные вопросы агротехники сахарной свеклы на торфяно-болотных почвах Белорусской ССР»), и в том же году ей присуждена ученая степень кандидата сельскохозяйственных наук.

Автор 52 научных публикаций по вопросам агротехники возделывания основных сельскохозяйственных культур на торфяных почвах.



ВАСИЛИЙ МАРТЫНОВИЧ ЗУБЕЦ (к 115-летию)

Василий Мартынович Зубец родился 22 мая 1907 г. в дер. Городок Глусского р-на Могилевской обл. В 1924 г. окончил Минский гидротехникум, в 1932 г. – мелиоративный факультет Белорусской сельскохозяйственной академии, получив специальность инженера-гидротехника.

Работал по направлению в Грузии, в сфере ирригационного строительства: инженером, начальником проектного отдела Колхидстроя, заместителем директора Колхидской опытно-мелиоративной станции (1932–1938 гг.). В 1938–1941 гг. – начальник проектно-изыскательской конторы, главный инженер, директор треста «Белводстрой».

Участник Великой Отечественной войны с первого и до последнего ее дня.

После демобилизации Василий Мартынович работал управляющим трестом проектно-изыскательских работ «Белмелиопроект», директором Белгипроводхоза, первым заместителем и министром мелиорации БССР, начальником Главного управления мелиорации и водного хозяйства БССР, заместителем министра сельского хозяйства БССР (1945–1959). В 1959–1977 гг. – директор БелНИИ мелиорации и водного хозяйства и одновременно заведующий отделом эксплуатации мелиоративных систем; в 1977–1990 гг. – профессор-консультант и главный научный сотрудник БелНИИМВХ.

В 1954 г. В. М. Зубец успешно защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Исследование нарушений устойчивости осушительных систем в БССР и мероприятия по их устранению» и в 1968 г. – ученой степени доктора технических наук на тему «Пути совершенствования строительства и эксплуатации гидромелиоративных систем в Белорусской ССР». Член-корреспондент Академии сельскохозяйственных наук БССР (1959), профессор (1971).

Результаты научной деятельности В. М. Зубца представлены более чем в 200 публикациях, в том числе 4 монографиях. Особое место среди этих работ занимают рекомендации и методические рекомендации по различным вопросам осушения и эксплуатации мелиоративных систем. Широкое применение в мелиоративном комплексе Беларуси получили разработанные под его научным руководством основы управления водным режимом на осушительных системах.

Новизна разработок ученого подтверждена 10 авторскими свидетельствами на изобретения. Он удостоен золотой и трех серебряных медалей ВДНХ СССР.

Василий Мартынович Зубец на протяжении долгих лет являлся председателем ученого совета института, председателем специализированных советов по защите диссертаций,

членом ряда межведомственных советов Минводхоза и Минсельхоза БССР. Избирался депутатом Верховного Совета Белорусской ССР 4-го созыва.

За большие заслуги в области мелиоративной науки ему присвоено почетное звание заслуженного деятеля науки Белорусской ССР (1973), присуждена Золотая медаль имени академика А. Н. Костякова. Он награжден орденами Отечественной войны I и II степени, Красной Звезды, двумя орденами Трудового Красного Знамени, Октябрьской Революции, 7 медалями СССР.

Василий Мартынович отличался высокими человеческими качествами. Он относился к людям всегда доброжелательно и объективно, независимо от их социального статуса. Многие работники института помнят его отеческую заботу, и благодарная память о большом ученом, простом и светлом человеке навсегда сохранится в их сердцах.

В истории мелиорации Беларуси Василий Мартынович Зубец навсегда останется крупным ученым, выдающимся организатором мелиоративного производства и мелиоративной науки, искренним патриотом своего Отечества.



ВИКТОР НИКОЛАЕВИЧ КОНДРАТЬЕВ (к 85-летию)

Виктор Николаевич Кондратьев родился 26 апреля 1937 г. в дер. Глыбочицы Чечерского р-на Гомельской обл. В 1958 г. окончил механическое отделение Гомельского лесотехнического техникума, в 1966 г. – автотракторный факультет Белорусского политехнического института, получив специальность инженера-механика.

Трудовую деятельность начал в 1958 г. механиком Лунинецкого леспромхоза. В 1958–1961 гг. служил в Советской Армии. После окончания вуза – конструктор НПО «Дормаш» (1966–1979).

В БелНИИ мелиорации и водного хозяйства работал старшим научным сотрудником (1979–1988), ведущим научным сотрудником (1988–1995), главным научным сотрудником (1995–1996), заведующим лабораторией (сектором) механизации эксплуатационных работ (с 1996 г.).

Кандидат технических наук (1978), доцент (1987), доктор технических наук (1995), профессор (1999), академик Международной академии экологии и природопользования (1995), заслуженный изобретатель Республики Беларусь (1979). Опубликовал 600 научных работ, в том числе 5 монографий, 20 рекомендаций, нормативных документов, 10 учебно-методических пособий, 4 справочника по мелиоративным и сельскохозяйственным машинам. Подготовил трех кандидатов, был научным консультантом одного доктора наук.

Научные исследования В. Н. Кондратьева связаны с вопросами усовершенствования и создания новых индустриальных технологий, средств механизации по защите от водной и ветровой эрозии откосов земляных инженерных сооружений биологическими способами, модернизации конструкций рабочих органов машин для внесения минеральных удобрений, механизации окашивания откосов мелиоративных каналов косилками, а также с разработкой механизированной технологии укрепления русл каналов армированными травяными коврами и др. Исследования подтверждены 250 авторскими свидетельствами и патентами Республики Беларусь.

Виктор Николаевич активно участвовал в общественной жизни: был членом Республиканского совета ВОИР, ученого совета института, экспертного совета ВАКа Республики Беларусь, научным консультантом Белорусской энциклопедии, членом редакционного совета журнала «Изобретатель Беларуси».

Награжден медалями «За доблестный труд. В ознаменование 100-летия со дня рождения Владимира Ильича Ленина» и «Ветеран труда», медалями ВДНХ СССР, знаком Всероссийского общества изобретателей и рационализаторов «Отличник изобретательства и рационализации», Почетными грамотами Минводхоза СССР и БССР, БелНИИМиЛ, Почетным знаком ДОСААФ СССР, знаком «Изобретатель СССР», Почетной грамотой ВАКа Беларуси, знаком и медалью «Лауреат ВВЦ», знаком «Лучший изобретатель Минской области» и др.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

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

5. Представляемые материалы должны иметь следующую структуру:

индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК);

аннотацию на указанных языках (500 знаков);

ключевые слова на русском и английском языках;

введение;

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

заключение, завершаемое четко сформулированными выводами;

библиографический список.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Журнал «Мелиорация» представляет результаты научных исследований, опытно-технологических, опытно-конструкторских работ, проводимых по актуальным проблемам современной мелиорации, рекультивации, охраны и сельскохозяйственного использования мелиорированных земель, мелиоративного образования, политики мелиоративного обустройства, экологии в Республике Беларусь и странах СНГ, а также публикует иные разнообразные материалы по указанным направлениям.

Приглашаем опытных и начинающих ученых, разработчиков, инженеров, производителей мелиоративного оборудования и систем управления, а также практиков стать нашими авторами. Мы уверены, что публикуемые статьи помогут специалистам быть в курсе технологических решений в сфере мелиорации и сопутствующих процессов.

Мы готовы публиковать рекламу продукции соответствующих предприятий.

В том случае, когда присланный в редакцию материал не соответствует тематике журнала, мы стараемся рекомендовать автору более подходящие по профилю издания и по возможности оказываем посильную координационную помощь в публикации.

При подготовке статьи следует соблюдать технические требования, предъявляемые нашей редакцией к оформлению материалов. С ними можно ознакомиться на сайте niimel.by: раздел «Журнал "Мелиорация"» – блок «Авторам» – Правила для авторов.

С уважением,

редакция журнала «Мелиорация»

тел: 8 (017) 331-49-03
факс: 8 (017) 292-64-96
e-mail: info@niimel.by,
niimel@mail.ru

