

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ**

**Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»**

Кафедра растениеводства

С. С. Камасин, О. Б. Соломко

ИННОВАЦИИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

*Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов, обучающихся по специальности
6-05-0811-01 Производство продукции растительного
происхождения*

Горки
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
2025

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра растениеводства

С. С. Камасин, О. Б. Соломко

ИННОВАЦИИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ

*Методические указания к лабораторным занятиям
для студентов, обучающихся по специальности
6-05-0811-01 Производство продукции растительного
происхождения*

Горки
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия
2025

УДК 001.895:633/635(072)

ББК 41/42я73

К18

*Рекомендовано методической комиссией
агротехнологического факультета.
Протокол № 7 от 26 марта 2024 г.*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *С.С. Камасин*;

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *О. Б. Соломко*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, *В.И. Бушуева*;

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, *П. А. Саскевич*

Камасин, С. С.

К18. Инновации и ресурсосбережение в растениеводстве : методические указания к лабораторным занятиям / С. С. Камасин, О. Б. Соломко. – Горки : Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2025. – 52 с.

Приведены задания и указания по их выполнению. Задания включают разработку инновационных, ресурсосберегающих технологий возделывания основных полевых культур, обеспечивающих получение высоких урожаев в условиях Республики Беларусь. В каждом разделе имеется задача по ресурсосбережению, в приложениях есть необходимые данные для ее решения.

Для студентов, обучающихся по специальности 6-05-0811-01 Производство продукции растительного происхождения

УДК 001.895:633/635(072)

ББК 41/42я73

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия». 2025

ТЕМА 1. ИННОВАЦИИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

1.1. Инновации и ресурсосбережение при возделывании озимых хлебов

Зерновое хозяйство в Беларуси является основным направлением земледелия. Важная роль в увеличении производства зерна принадлежит озимым культурам. К ним относятся пшеница, рожь, тритикале и ячмень. Все они принадлежат к одному семейству – Мятликовые (*Poaceae*).

Озимая пшеница является одной из самых древних и наиболее распространенных культур. Это – одна из основных продовольственных культур. Солома ее, мякина и особенно отруби имеют большую кормовую ценность.

Рожь используется в народном хозяйстве как продовольственная, техническая и кормовая культура, имеет большое агротехническое значение.

Озимая тритикале – амфилоид, сочетающий ценные признаки пшеницы и ржи. Зерно тритикале находит применение в хлебопекарной и кондитерской промышленности, для производства спирта и промышленного крахмала. Имея высокую облиственность растений, используется на зеленый корм, сенаж и зеленую массу. Тритикале – культура высокой продуктивности.

Озимый ячмень используется как крупяная и кормовая культура. Зерно его содержит мало белка и много крахмала, поэтому является ценным сырьем для пивоваренной промышленности.

Обладая комплексом хозяйственно полезных признаков, озимые зерновые культуры дополняют друг друга.

Важнейшими показателями в оценке озимых культур является их морозо- и зимостойкость.

Включение озимых культур в севооборот разнообразит набор предшественников, в значительной мере снижает напряжение весенних полевых работ, раздвигает границы сроков уборки.

Белорусскими селекционерами созданы высокоурожайные, с высокими технологическими показателями зерна, сорта озимых культур. Возделывание их по интенсивной технологии позволяет получать урожайность зерна 70–90 ц/га.

Культура _____

Потенциальный уровень урожайности, т/га _____

Условия выращивания: район; почва: тип, гранулометрический состав, агрохимическая характеристика, балл _____

1. Селекционно-генетические инновации.

1.1. Сорты. Выбор сорта, гибрида _____

1.2. Возможность использования генно-модифицированных сортов _____

2. Организационно-экономические инновации

2.1. Определение уровня действительно возможной урожайности _____

2.2. Оптимизация сортового состава по скороспелости для различных климатических зон Республики Беларусь (северная, центральная, южная) _____

2.3 Размещение в севообороте. Предшественники. Оценка, выбор _____

3. Техничко-технологические инновации.

3.1. Подготовка почвы _____

3.1.1. Стерневой предшественник _____

3.1.2. Пропашной предшественник _____

3.1.3. Предшественник многолетние травы _____

Вид работ	Срок проведения		Глубина, см	Состав агрегата; машины, орудия, рабочие органы	Требования к качеству
	агротехнический	календарный			

3.2. Удобрение _____

(культура)

Срок внесения	Вид и название удобрения	Доза на 1 га		Способ внесения, машины, орудия. Агротехнические требования
		кг д. в.	ц	

3.3. Подготовка семян к посеву _____

Виды работ по подготовке семян	Сроки выполнения работ	Машины. Протравители, дозы	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

3.4. Сортовые и посевные качества семян.

Категория семян по этапам семеноводства _____

Сортовая чистота _____

Чистота семян, % _____

Всхожесть, % _____

Влажность, % _____

Посевная годность семян, % _____

Масса 1000 шт. семян, г _____

3.5. Посев.

Срок _____ Способ посева _____

Ширина междурядий _____ см.

Структура урожайности, количество растений к уборке, общая выживаемость _____

Норма высева: _____ млн. шт/га, _____ шт. на 1 пог. м, _____ кг/га.

Посевной агрегат _____

Глубина заделки семян _____ см

Агротехнические требования к качеству посева _____

3.6. Уход за посевами.*

Виды работ по уходу за посевами	Сроки выполнения работ	Машины, орудия, состав агрегатов. Пестициды, дозы, способ внесения	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

* Выполняя раздел 3.6. «Уход за посевами», при необходимости отдельные виды работ (например, «Борьба с сорной растительностью, применение гербицидов») можно выделить в самостоятельную таблицу.

3.7. Уборка.

Срок _____

Способ _____

Высота среза _____ см. Состав агрегата, комбайн _____

Агротехнические требования _____

4. Социально-экологические инновации.

4.1 Получение продукции, свободной от нитратов

4.2 Получение продукции, свободной от пестицидов

4.3 Получение продукции, свободной от тяжелых металлов

4.4 Получение продукции, свободной от радионуклидов

4.5 Особенности технологии в системах органического земледелия

5. Заключение

6. Заметки.

Задача. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения органического удобрения (прямоточная технология внесения навоза КРС 80 %-ной влажности в дозе 30 и 40 т/га) при выращивании озимой пшеницы (табл.1), если прибавка от внесения органического удобрения составила 12 и 14 ц/га соответственно. Учесть, что при расчете затрат на производство и применение органических удобрений 60 % необходимо относить на первый год, остальные 40 % – на последствие последующих выращиваемых культур.

Таблица 1. Расчет сравнительной энергетической эффективности применения органических удобрений на озимой пшенице

Буквенные обозначения	Показатели	Единица измерения	Дозы внесения органических удобрений	
			30 т/га	40 т/га
1	2	3	4	5
Y_n	Прибавка урожайности (см. условие задачи)	ц/га		
q	Калорийность сухой биомассы с.-х. культуры (прил.1)	МДж/ц		
r	Коэффициент перевода абсолютно сухой биомассы на стандартную влажность (прил. 2)	–		

1	2	3	4	5
K_y	Энергетический эквивалент 1 ц основной продукции $K_y = q \cdot r$	МДж/ц		
E_y	Энергетическая ценность прибавки урожая $E_y = Y_n \cdot K_y$	МДж		
m_{oy}	Масса органических удобрений (см. условие задачи)	т		
K_{oy}	Энергетические затраты на производство удобрений (прил. 3)	МДж/кг		
$З^n$	Затраты на производство органических удобрений $З^n = m_{oy} \cdot K_{oy} \cdot 0,6 \cdot 1000$ (0,6 – доля использования органических удобрений в первый год)	МДж		
K_b	Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение органических удобрений (прил. 4)	МДж/га		
$З^a$	Затраты на погрузку, транспортировку и внесение органических удобрений при прямоточной технологии $З^a = K_b \cdot 0,6$ (0,6 – доля использования органических удобрений в первый год)	МДж		
K_y	Энергетические затраты на уборку и доработку дополнительного урожая за счет удобрений (прил. 5)	МДж/ц		
$З^y$	Затраты на уборку и доработку дополнительного урожая $З^y = Y_n \cdot K_y$	МДж		
E_c	Суммарные дополнительные энергетические затраты $E_c = З^n + З^a + З^y$	МДж		
k	Коэффициент энергетической эффективности $k = \frac{E_y}{E_c}$	–		

1.2. Инновации и ресурсосбережение при возделывании яровых зерновых культур ранних сроков сева

Из яровых зерновых культур важнейшее значение имеют яровая пшеница, ячмень и овес, расширяются посевные площади яровой тритикале.

Яровая пшеница является одной из наиболее распространенных зерновых продовольственных культур. Зерно мягкой яровой пшеницы содержит 14–16% белка, а твердой – 15–18 % и клейковины – 28–40 %. Пшеничные отруби – ценный концентрированный корм для животных. Солома яровой пшеницы может быть использована на корм, в качестве подстилочного материала для сельскохозяйственных животных.

Значение **ячменя** в народном хозяйстве самое разнообразное. Основная масса производимого зерна ячменя используется на фуражные цели. В 1 кг зерна содержится 1,12 к. ед. и 100 г переваримого белка. На продовольственные цели используют ячневую и перловую крупу. Вытяжки из ячменного солода используют в хлебопекарной промышленности, медицине и т. д. Зерно ячменя является основным сырьем для пивоваренной промышленности. Пивоваренный ячмень должен содержать 58–61 % крахмала, не более 12,5–13 % белка, при пленчатости не выше 8–10 %.

Овес используют как на пищевые, так и на кормовые цели. Из зерна получают овсяную крупу, муку, толокно, овсяные хлопья и т. д. В его зерне содержится 13–14 % белка, 40–45 % крахмала, 5–6 % жира. Благодаря высокой питательности, калорийности и хорошей усвояемости продукты переработки овса находят широкое применение в диетическом и детском питании. Овес относится к наиболее ценным фуражным культурам. Его используют на зеленый корм, сено, как в чистом виде, так и в смеси с бобовыми: пелюшкой, горохом, викой. На окультуренных дерново-подзолистых почвах овес немного уступает по урожайности ячменю.

Яровая тритикале по кормовым показателям (прежде всего сбору белка и выходу переваримого протеина в расчете на единицу площади, обеспеченности 1к. е. переваримым протеином) значительно превосходит другие яровые зерновые культуры. Белок тритикале отличается повышенным содержанием незаменимых аминокислот.

Особенностью тритикале является более позднее (на 1–1,5 нед.) созревание по сравнению с другими яровыми культурами, что обеспечивает уменьшение потерь урожая при уборке, снижая напряженность уборочной.

Культура _____

Потенциальный уровень урожайности, т/га _____

1. Селекционно-генетические аспекты инновации.

- 1.1. Сорта. Выбор сорта, гибрида _____
1.2 Возможность использования генно-модифицированных сортов _____

2. Организационно-экономические аспекты совершенствования.

- 2.1. Определение уровня действительно возможной урожайности _____
2.2. Оптимизация сортового состава по скороспелости для различных климатических зон Республики Беларусь (северная, центральная, южная) _____
2.3. Размещение в севообороте. Предшественники. Оценка, выбор _____

3. Техничко-технологические аспекты инновации.

- 3.1. Подготовка почвы _____
3.1.1. Стерневой предшественник _____
3.1.2 Пропашной предшественник _____
3.1.3 Предшественник – многолетние травы _____

Вид работ	Срок проведения		Глубина, см	Состав агрегата; машины, орудия, рабочие органы	Требования к качеству
	агротехнический	календарный			

- 3.2. Удобрение _____
(культура)

Срок внесения	Вид и название удобрения	Доза на 1 га		Способ внесения, машины, орудия. Агротехнические требования
		кг д. в.	ц	

3.3. Подготовка семян к посеву

Виды работ по подготовке семян	Сроки выполнения работ	Машины. Протравители, дозы	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

3.4. Сортовые и посевные качества семян.

Категория семян по этапам семеноводства _____

Сортовая чистота _____

Чистота семян, % _____

Всхожесть, % _____

Влажность, % _____

Посевная годность семян, % _____

Масса 1000 шт. семян, г _____

3.5. Посев

Срок _____ Способ посева _____

Ширина междурядий _____ см.

Структура урожайности, количество растений к уборке, общая выживаемость

Норма высева: _____ млн. шт/га, _____ шт. на 1 пог. м, _____ кг/га

Посевной агрегат _____

Глубина заделки семян _____ см.

Агротехнические требования к качеству посева _____

3.6. Уход за посевами.*

Виды работ по уходу за посевами	Сроки выполнения работ	Машины, орудия, состав агрегатов. Пестициды, дозы, способ внесения	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

* Выполняя раздел 3.6. «Уход за посевами», при необходимости отдельные виды работ (например, «Борьба с сорной растительностью, применение гербицидов») можно выделить в самостоятельную таблицу.

3.7. Уборка.

Срок _____

Способ _____

Высота среза _____ см. Состав агрегата, комбайн _____

Агротехнические требования _____

4. Социально-экологические инновации.

4.1. Получение продукции, свободной от нитратов

4.2. Получение продукции, свободной от пестицидов

4.3. Получение продукции, свободной от тяжелых металлов

4.4. Получение продукции, свободной от радионуклидов

4.5. Особенности технологии в системах органического земледелия

5. Заключение

6. Заметки.

Задача. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность применения фунгицидов в посевах яровой пшеницы (табл. 2), если при использовании препарата Амистар экстра, СК 28 %, 0,6 л/га была получена урожайность 30 ц/га; Амистар трио, КЭ 25,5 %, 0,9 л/га – 32 ц/га. Расход рабочего раствора – 200 л/га. Посев обрабатывали МТЗ-80 + ОП 2000.

Таблица 2. Расчет сравнительной энергетической эффективности применения фунгицидов на яровой пшенице

Буквенные обозначения	Показатели	Единица измерения	Варианты	
			Амистар экстра, 0,6 л/га (новый)	Амистар трио, 0,9 л/га (базовый)
1	2	3	4	5
Y	Урожайность (см. условие задачи)	ц/га		
q	Калорийность сухой биомассы с.-х. культуры (прил. 1)	МДж/ц		
r	Коэффициент перевода абсолютно сухой биомассы на стандартную влажность (прил. 2)	–		
K_y	Энергетический эквивалент 1 ц основной продукции $K_y = q \cdot r$	МДж/ц		
E_y	Энергетическая ценность прибавки урожая $E_y = Y_n \cdot K_y$	МДж	–	
$Z^{обр}$	Затраты на обработку (прил. 6)	МДж/га		

L	Энергетический эквивалент фунгицида (прил. 7)	МДж/кг		
-----	---	--------	--	--

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
H_b	Норма внесения препарата (см. условие задачи)	л/га		
K	Концентрация препарата (см. условие задачи)	%		
$З^ф$	Энергоемкость фунгицида $З^ф = L \cdot H_b \cdot K / 100$	МДж/га		
$З^{обр} + З^ф$	Энергетические затраты всего $З^{обр} + З^ф$	МДж/кг		
K_y	Энергетические затраты на уборку и доработку дополнительного урожая за счет удобрений (прил. 5)	МДж/ц	–	
$З^y$	Затраты на уборку и доработку дополнительного урожая $З^y = Y_n \cdot K_y$	МДж/га	–	
$З^{экол}$	Затраты на экологический ущерб $З^{экол} = (З^{обр} + З^ф) \cdot 0,25$	МДж/га		
$\Sigma З$	$\Sigma З = З^{обр} + З^ф + З^y + З^{экол}$	МДж/га		
$k_{нов-баз}$	Коэффициент энергетической эффективности $k_{нов-баз} = \frac{E_y}{\Sigma Z_{нов} - \Sigma Z_{баз}}$	–	–	

1.3. Инновации и ресурсосбережение при возделывании яровых зерновых культур поздних сроков сева (кукуруза на зерно, гречиха)

Данная группа растений в Беларуси представлена гречихой, кукурузой, просом. Из них наибольшее хозяйственное значение имеет кукуруза.

Кукуруза (*Zea mays L.*) – основной представитель хлебов второй группы. Растение из семейства Мятликовые.

Кукуруза – высокопродуктивная культура разностороннего использования. Главным образом возделывается на фуражные цели.

Зерно кукурузы относится к высокоэнергетическому корму и используется для кормления всех видов скота и птицы. В нем содержится

65–70 % безазотистых экстрактивных веществ, 9–12 % белка, 4–5 % жира. Зерно кукурузы – ценное сырье для пищевой промышленности. Из него изготавливают муку, крупу, крахмал, масло, хлопья, воздушную кукурузу и другие продукты. Кукурузное масло является источником витамина Е, который широко используется для лечебных целей. Столбики женских цветков широко применяются в медицине.

В мировом земледелии кукуруза по посевным площадям занимает третье место после пшеницы и риса (около 140 млн. га).

Посевы ее сосредоточены прежде всего в регионах земного шара, где почвенно-климатические условия в наибольшей степени отвечают биологическим требованиям культуры (кукурузный пояс в США, долины рек По, Дуная и др.).

Для условий Беларуси оптимальной для кукурузы принято считать посевную площадь в 500 тыс. га, из них по зерновой технологии выращивают примерно 10 % от этого объема. Успешное производство кукурузы в республике стало возможным после создания гибридов, приспособленных к условиям региона, а также разработки технологии, отвечающей особенностям культуры и ее реакции на новые условия.

Для выращивания кукурузы на зерно в Беларуси наиболее подходят гибриды, имеющие показатель ФАО 150–180.

Кукуруза получила широкое распространение как силосная культура. Кормовое достоинство 1 кг силоса, приготовленного из всей массы с початком, оценивается в 0,25–0,32 к. ед. и 14–18 г переваримого протеина.

Кукуруза является ценным предшественником для любых полевых культур.

При возделывании кукурузы необходимо учитывать отличительные особенности этой культуры:

- медленный рост в начале вегетации и повышенная чувствительность к сорной растительности в этот период;
- высокая потребность в элементах почвенного питания;
- потребление большого количества воды (при относительной засухоустойчивости) на формирование высокого урожая органической массы;
- строение генеративных органов (кукуруза – ветроопыляемое однодомное раздельнополюе растение);
- более высокая потребность в тепле по сравнению с большинством культур, возделываемых в Беларуси;
- продолжительный вегетационный период.

Гречиха является незаменимой крупяной культурой в Республике Беларусь. С учетом ее первостепенного значения для диетического

питания особую актуальность приобретает получение экологически чистой продукции.

Потенциальный уровень урожайности **кукурузы**, т/га _____

1. Селекционно-генетические инновации.

1.1. Сорта. Выбор гибрида _____

1.2. Возможность использования генно-модифицированных гибридов и сортов _____

2. Организационно-экономические инновации.

2.1. Определение уровня действительно возможной урожайности _____

2.2. Оптимизация гибридов по скороспелости для различных климатических зон Республики Беларусь (северная, центральная, южная) _____

2.3. Размещение в севообороте. Предшественники. Оценка, выбор _____

3. Техничко-технологические инновации.

3.1. Подготовка почвы _____

3.1.1. Стерневой предшественник _____

3.1.2. Пропашной предшественник _____

3.1.3. Предшественник – многолетние травы _____

Вид работы	Срок проведения		Глубина, см	Состав агрегата; машины, орудия, рабочие органы	Требования к качеству
	агротехнический	календарный			

3.2. Удобрение _____
(культура)

Срок внесения	Вид и название удобрения	Доза на 1 га		Способ внесения, машины, орудия. Агротехнические требования
		кг д. в.	ц	

--	--	--	--	--

3.3. Подготовка семян к посеву.

Виды работ по подготовке семян	Сроки выполнения работ	Машины. Протравители, дозы	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

3.4. Сортовые и посевные качества семян.

Категория семян по этапам семеноводства _____

Сортовая чистота _____

Чистота семян, % _____

Всхожесть, % _____

Влажность, % _____

Посевная годность семян, % _____

Масса 1000 шт. семян, г _____

3.5. Посев.

Срок _____ Способ посева _____

Ширина междурядий _____ см.

Структура урожайности, количество растений к уборке, общая выживаемость

Норма высева: _____ млн. шт/га, _____ шт. на 1 пог. м, _____ кг/га.

Посевной агрегат _____

Глубина заделки семян _____ см.

Агротехнические требования к качеству посева _____

3.6. Уход за посевами.*

Виды работ по уходу за посевами	Сроки выполнения работ	Машины, орудия, состав агрегатов. Пестициды, дозы, способ внесения	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

* Выполняя раздел 3.6. «Уход за посевами», при необходимости отдельные виды работ (например, «Борьба с сорной растительностью, применение гербицидов») можно выделить в самостоятельную таблицу.

3.7. Уборка.

Срок _____
 Способ _____
 Высота среза _____ см. Состав агрегата, комбайн _____
 Агротехнические требования _____

4. Социально-экологические инновации.

4.1. Получение продукции, свободной от нитратов

4.2. Получение продукции, свободной от пестицидов

4.3. Получение продукции, свободной от тяжелых металлов

4.4. Получение продукции, свободной от радионуклидов

4.5. Особенности технологии в системах органического земледелия

5. Заключение _____

6. Заметки.

Задача. Рассчитать суммарные энергетические затраты на посев кукурузы роботизированной системой Fendt MARS, учитывая, что для посева системой Fendt MARS требуется на 70 % затрат энергии меньше в сравнении с сеялкой СТВ-12 (табл.3). Производительность сеялки – 3,2 га/ч, расстояние от склада с семенами до поля – 1 км, часовой расход топлива МТЗ-80 – 13,7 кг/ч).

Таблица 3. Расчет суммарных энергетических затрат на посев кукурузы (для сеялки СТВ-12)

Буквенные обозначения	Показатели	Единица измерения	Значения показателей
1	2	3	4
$Q_{ч}$	Часовой расход топлива МТЗ-80	кг/ч	
$K_{н\ топ}$	Энергетическая ценность топлива (прил. 8)	МДж/кг	
Z_{\top}	Энергозатраты на ГСМ $Z_{\top} = Q_{ч} \cdot K_{н\ топ}$	МДж	

K_n^c	Энергетический эквивалент энергозатрат при использовании сеялки ССТ-12 А (прил. 9)	МДж/ч	
---------	--	-------	--

Окончание табл. 3

1	2	3	4
$W_ч^c$	Производительность сеялки (см. условие задачи)	га/ч	
$З^c$	Энергозатраты при использовании сеялки СТВ-12 $З^c = K_n^c \cdot W_ч^c$	МДж	
K_n^T	Энергетический эквивалент энергозатрат при использовании трактора МТЗ-80 (прил. 9)	МДж/ч	
$З^T$	Энергозатраты при использовании трактора $З^T = K_n^T \cdot W_ч^T$	МДж	
K_n^n	Энергетический эквивалент энергозатрат при перевозке семян автомобилем (прил. 10)	1 т км	
s	Расстояние от склада до поля	км	
$З^n$	Затраты на перевозку семян	МДж	
K_n^c	Энергетический эквивалент энергозатрат на семенной материал	кг	
m	Масса семян	кг/га	
M_1	Масса семян на 3,2 га (часовая производительность сеялки – 3,2 га/ч)	кг	
$З^{сем}$	Энергозатраты на семенной материал $З^{сем} = K_n^c \cdot M_1$	МДж	
K_3^{TP}	Энергетический эквивалент трудовых затрат (прил. 10, затраты живого труда средние)	МДж/1 чел.-ч	
n	Затраты труда	чел.-ч	
$З^{TP}$	Энергозатраты труда	МДж	
$\sum З$	Общие энергозатраты на посев $\sum З = З^{top} + З^c + З^T + З^n + З^{сем} + З^{TP}$	МДж	
$\sum_{3га} З_{СТВ-12}$	Энергозатраты в пересчете на 1 га $\sum_{3га} З_{СТВ-12} = \sum З / W_ч^c$	МДж	
$\sum_{3га} Fendt$	Энергозатраты для системы Fendt $\sum_{3га} Fendt = \sum_{3га} З_{СТВ-12} \cdot 30 / 100$	МДж	

Потенциальный уровень урожайности гречихи, т/га _____

1. Селекционно-генетические инновации.

1.1. Сорта. Выбор гибрида _____

1.2. Возможность использования генно-модифицированных сортов

2. Организационно-экономические инновации.

2.1. Определение уровня действительно возможной урожайности

2.2. Оптимизация гибридов по скороспелости для различных климатических зон Республики Беларусь (северная, центральная, южная)

2.3. Размещение в севообороте. Предшественники. Оценка, выбор

3. Техничко-технологические инновации.

3.1. Подготовка почвы _____

3.1.1. Стерневой предшественник _____

3.1.2. Пропашной предшественник _____

3.1.3. Предшественник – многолетние травы _____

Виды работ	Срок проведения		Глубина, см	Состав агрегата; машины, орудия, рабочие органы	Требования к качеству
	агротехнический	календарный			

3.2. Удобрение _____

(культура)

Срок внесения	Вид и название удобрения	Доза на 1 га		Способ внесения, машины, орудия. Агротехнические требования
		кг д. в.	ц	

3.3. Подготовка семян к посеву.

Виды работ по подготовке семян	Сроки выполнения работ	Машины. Протравители, дозы	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

3.4. Сортовые и посевные качества семян.

Категория семян по этапам семеноводства _____

Сортовая чистота _____

Чистота семян, % _____

Всхожесть, % _____

Влажность, % _____

Посевная годность семян, % _____

Масса 1000 шт. семян, г _____

3.5. Посев.

Срок _____ Способ посева _____

Ширина междурядий _____ см.

Структура урожайности, количество растений к уборке, общая выживаемость _____

Норма высева: _____ млн. шт/га, _____ шт. на 1 пог. м, _____ кг/га.

Посевной агрегат _____

Глубина заделки семян _____ см.

Агротехнические требования к качеству посева _____

3.6. Уход за посевами.*

Виды работ по уходу за посевами	Сроки выполнения работ	Машины, орудия, состав агрегатов. Пестициды, дозы, способ внесения	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

* Выполняя раздел 3.6. «Уход за посевами», при необходимости отдельные виды работ (например, «Борьба с сорной растительностью, применение гербицидов») можно выделить в самостоятельную таблицу.

3.7. Уборка.

Срок _____

Способ _____

Высота среза _____ см. Состав агрегата, комбайн _____

Агротехнические требования _____

4. Социально-экологические инновации.

4.1. Получение продукции, свободной от нитратов

4.2. Получение продукции, свободной от пестицидов

4.3. Получение продукции, свободной от тяжелых металлов

4.4. Получение продукции, свободной от радионуклидов

4.5. Особенности технологии в системах органического земледелия

5. Заключение

6. Заметки.

1.4. Инновации и ресурсосбережение при возделывании зерновых бобовых культур

В увеличении производства растительного белка особенно важное значение имеют зерновые бобовые культуры. По зоотехническим нормам для нормального функционирования организма животных и обеспечения ими высокой продуктивности необходимо, чтобы на одну кормовую единицу приходилось не менее 105–120 г переваримого протеина, в зависимости от вида и продуктивности животных.

В решении белковой проблемы важное место отводится совершенствованию структуры посевных площадей, повышению урожайности и белковости всех сельскохозяйственных культур, расширению посевов бобовых культур, внедрению рациональных способов уборки и хранения кормов.

Ведущими зерновыми бобовыми культурами в Беларуси являются горох посевной (*Pisum sativum* L.) и горох полевой (*Pisum arvense* L.), виды кормового люпина (*Lupinus luteus* L., *Lupinus angustifolius* L.), кормовые бобы (*Vicia faba* L.), вика яровая (*Vicia sativa* L.), вика озимая (*Vicia villosa* Roth), соя (*Glycine hispida* Maxim).

Одна из особенностей зернобобовых культур заключается в том, что у этих растений высокое содержание белка характерно не только для семян, но и для листьев и стеблей. Белки зернобобовых культур

содержат в легкодоступной для человека и животных форме все незаменимые аминокислоты.

Зерно зернобобовых культур – основная растительная белковая добавка при производстве комбикормов. Многие зернобобовые культуры – прекрасный компонент бобово-злаковых кормовых травосмесей. Уникальная особенность зернобобовых культур заключается в способности к симбиозу с азотфиксирующими бактериями. Благодаря этому бобовые культуры синтезируют белок за счет азота воздуха; часть усвоенного азота остается в почве, в результате чего повышается ее плодородие.

Вместе с тем производство и возделывание зернобобовых культур сопряжено с рядом трудностей, связанных со многими их биологическими особенностями. Основными являются следующие:

- 1) неравномерность цветения, образования и созревания плодов;
- 2) обильное цветение, но плоды образуют не все цветки; бутонизация и особенно цветение совпадают с периодом максимальных приростов вегетативной массы;
- 3) растрескиваемость плодов;
- 4) повышенная крупность семян (высокие нормы высева), легкая травмированность их при обмолоте и распад на семядоли;
- 5) предрасположенность стеблей многих видов зернобобовых культур к полеганию;
- 6) низкий иммунитет ко многим заболеваниям.

Современные, даже самые продуктивные сорта зернобобовых культур уступают по урожайности зерновым злакам.

Культура _____

Потенциальный уровень урожайности, т/га _____

1. Селекционно-генетические инновации.

- 1.1. Сорта. Выбор сорта _____
- 1.2. Возможность использования генно-модифицированных сортов

2. Организационно-экономические инновации.

- 2.1. Определение уровня действительно возможной урожайности
-

2.2. Оптимизация сортового состава по скороспелости для различных климатических зон Республики Беларусь (северная, центральная, южная) _____

2.3. Размещение в севообороте. Предшественники. Оценка, выбор _____

3. Технико-технологические инновации.

3.1. Подготовка почвы _____

3.1.1. Стерневой предшественник _____

3.1.2. Пропашной предшественник _____

3.1.3. Предшественник – многолетние травы _____

Вид работы	Срок проведения		Глубина, см	Состав агрегата; машины, орудия, рабочие органы	Требования к качеству
	агротехнический	календарный			

3.2. Удобрение _____
(культура)

Срок внесения	Вид и название удобрения	Доза на 1 га		Способ внесения, машины, орудия. Агротехнические требования
		кг д. в.	ц	

3.3. Подготовка семян к посеву.

Виды работ по подготовке семян	Сроки выполнения работ	Машины. Протравители, дозы	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

3.4. Сортовые и посевные качества семян.

Категория семян по этапам семеноводства _____

Сортовая чистота _____

Чистота семян, % _____

Всхожесть, % _____

Влажность, % _____

Посевная годность семян, % _____

Масса 1000 шт. семян, г _____

3.5. Посев в чистом виде и в смеси с зерновыми злаками.

Срок _____ Способ посева _____

Ширина междурядий _____ см.

Структура урожайности, количество растений к уборке, общая выживаемость

Норма высева: _____ млн. шт/га, _____ шт. на 1 пог. м, _____ кг/га.

Посевной агрегат _____

Глубина заделки семян _____ см.

Агротехнические требования к качеству посева _____

3.6. Уход за посевами.*

Виды работ по уходу за посевами	Сроки выполнения работ	Машины, орудия, состав агрегатов. Пестициды, дозы, способ внесения	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

* Выполняя раздел 3.6. «Уход за посевами», при необходимости отдельные виды работ (например, «Борьба с сорной растительностью, применение гербицидов») можно выделить в самостоятельную таблицу.

3.7. Уборка.

Срок _____

Способ _____

Высота среза _____ см. Состав агрегата, комбайн _____

Агротехнические требования _____

4. Социально-экологические инновации.

4.1. Получение продукции, свободной от нитратов

4.2. Получение продукции, свободной от пестицидов

4.3. Получение продукции, свободной от тяжелых металлов

4.4. Получение продукции, свободной от радионуклидов

4.5. Особенности технологии в системах органического земледелия

5. Заключение

6. Заметки.

Задача. Рассчитать экономию семян гороха посевного на зерно (кг/га) при использовании системы параллельного вождения и авто-пилотирования. Норма высева семян гороха – 1,2 млн. шт. всхожих семян на гектар. Масса 1000 шт. семян – 150 г, чистота – 99,5 %, лабораторная всхожесть – 98 %. Сокращение затрат на семена – 8 %.

ТЕМА 2. ИННОВАЦИИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР

Масличные культуры являются представителями различных ботанических семейств и служат сырьем для получения разнообразных растительных масел.

В Беларуси основной масличной культурой является озимый рапс.

Рапс (*Brassica napus* L. ssp. *Oleifera* Metzg) – растение из семейства Крестоцветные (*Cruciferae*), или Капустные (*Brassicaceae*). Возделывают две формы рапса – озимый (*biennis*) и яровой, или кольза (*annua*).

Семена рапса содержат 40–45 % масла, 21–27 % белка. Масло, получаемое из сортов рапса пищевого направления (безэруковые 0 и 00 сорта), по своему качеству и влиянию на организм человека приближается к оливковому маслу, принимаемому за эталонное. Масла с высоким содержанием эруковой кислоты относят к категории технических. Они являются ценным сырьем для производства смазочных материалов, лаков, красок биодизельного топлива.

Рапс – ценная кормовая культура. Жмых и шрот – ценный концентрированный корм, содержащий 1,3–1,4 к. ед. в 1 кг, озимый рапс – важная составляющая зеленого конвейера.

Обладая хорошими фитосанитарными свойствами, рапс является незаменимой культурой севооборотов, особенно насыщенных зерновыми культурами.

Рапс – высокопродуктивное растение. Однако получить высокий урожай этой культуры можно лишь при полном соблюдении всех агротехнических приемов ее возделывания. Особое внимание следует обратить на размещение рапса в севообороте, соблюдение пространственной

изоляции, качество подготовки почвы и систему удобрения, сроки посева, систему защиты посевов от вредителей, болезней, сорной растительности, уборку.

2.1 Инновации и ресурсосбережение при возделывании озимого рапса

Культура _____

Потенциальный уровень урожайности, т/га _____

1. Селекционно-генетические инновации.

1.1. Сорта. Выбор сорта, гибрида _____

1.2. Возможность использования генно-модифицированных сортов и гибридов.

2. Организационно-экономические инновации.

2.1. Определение уровня действительно возможной урожайности

2.2. Оптимизация сортового состава по скороспелости для различных климатических зон Республики Беларусь (северная, центральная, южная)

2.3. Размещение в севообороте. Предшественники. Оценка, выбор

3. Техничко-технологические инновации.

3.1. Подготовка почвы _____

3.1.1. Стерневой предшественник _____

3.1.2. Пропашной предшественник _____

3.1.3. Предшественник – многолетние травы _____

Вид работ	Срок проведения		Глубина, см	Состав агрегата; машины, орудия, рабочие органы	Требования к качеству
	агротехнический	календарный			

3.2. Удобрение _____

(культура)

Срок внесения	Вид и название удобрения	Доза на 1 га		Способ внесения, машины, орудия. Агротехнические требования
		кг д. в.	ц	

3.3. Подготовка семян к посеву.

Виды работ по подготовке семян	Срок выполнения работ	Машины. Протравители, дозы	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

3.4. Сортовые и посевные качества семян.

Категория семян по этапам семеноводства _____

Сортовая чистота _____

Чистота семян, % _____

Всхожесть, % _____

Влажность, % _____

Посевная годность семян, % _____

Масса 1000 шт. семян, г _____

3.5. Посев

Срок _____ Способ посева _____

Ширина междурядий _____ см.

Структура урожайности, количество растений к уборке, общая выживаемость _____

Норма высева: _____ млн. шт/га, _____ шт. на 1 пог. м, _____ кг/га.

Посевной агрегат _____

Глубина заделки семян _____ см.

Агротехнические требования к качеству посева _____

3.6. Уход за посевами.*

Виды работ по уходу за посевами	Сроки выполнения работ	Машины, орудия, состав агрегатов. Пестициды, дозы, способ внесения	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

--	--	--	--

* Выполняя раздел 3.6. «Уход за посевами», при необходимости отдельные виды работ (например, «Борьба с сорной растительностью, применение гербицидов») можно выделить в самостоятельную таблицу.

3.7. Уборка.

Срок _____

Способ _____

Высота среза _____ см. Состав агрегата, комбайн _____

Агротехнические требования _____

4. Социально-экологические инновации.

4.1. Получение продукции, свободной от нитратов

4.2. Получение продукции, свободной от пестицидов

4.3. Получение продукции, свободной от тяжелых металлов

4.4. Получение продукции, свободной от радионуклидов

4.5. Особенности технологии в системах органического земледелия

5. Заключение _____

6. Заметки.

Задача. На 18-метровой штанге опрыскивателя на расстоянии 45 см друг от друга находятся 40 распылительных форсунок. Перекрытия при обработке посева составляют 50 см. Рассчитать экономию расхода гербицида Бутизан дуо на озимом рапсе (л/га) при внесении препарата в дозе 1,7 л/га с использованием спутниковой навигационной системы, при которой точность обработки составляет 20 см от прохода к проходу. Норма расхода рабочего раствора – 200 л/га, расход жидкости от одной форсунки – 0,89 л/га.

ТЕМА 3. ИННОВАЦИИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ КОРНЕ-, КЛУБНЕПЛОДОВ

Группу корнеплодов составляют растения, главный корень которых, разрастаясь, формирует мясистый орган – корнеплод. В нем в первый год жизни накапливаются питательные вещества, используемые после перезимовки на формирование генеративных органов.

В Беларуси выращивают несколько видов корнеплодов. Главным среди них является сахарная свекла.

Сахарная свекла (*Beta vulgaris* L. var. *Saccharifera*) – двулетнее растение семейства Маревые (*Chenopodiaceae*). Формирующийся в первый год жизни корнеплод служит сырьем для переработки на сахар. Из 10 штук корнеплодов получают 1,2–1,7 кг сахара. Побочные продукты переработки корнеплодов – жом, патока, а также листья свеклы представляют большую кормовую ценность.

В мире под сахарную свеклу занято 6 млн. га. В Беларуси этой культурой засевают около 96 тыс. га при урожайности в последние годы 470–519 ц/га.

Сахарная свекла среди полевых культур отличается высокой продуктивностью, продолжительным периодом вегетации и высокой трудоемкостью культуры.

В последние два-три десятилетия в технологии возделывании сахарной свеклы произошли значительные перемены, определившие существенную интенсификацию ее производства. Главные среди технологических приемов и операций, обеспечивающих переход к современной технологии возделывания сахарной свеклы, перечислены ниже.

1. Посев на почвах, агрохимические показатели которых отвечают биологическим особенностям сахарной свеклы.

2. Посев только односемянными (раздельно-плодными) формами.

3. Посев дражированными или инкрустированными семенами.

4. Включение в дражирующую смесь инсектицидов, фунгицидов.

5. Выращивание только гибридных форм свеклы с правильным подбором гибридов различных типов (сахаристый, урожайный, совмещенный).

6. Посев сеялками точного высева со строго заданным расстоянием между семенами по длине рядка. Такой посев исключает дополнительные операции по формированию оптимальной густоты свекловичной плантации.

7. Система удобрений, включающая наряду с внесением правильно соотносящихся NPK, обязательное применение микроэлементов.

8. Содержание свекловичной плантации в чистом от сорной растительности состоянии, которое обеспечивается сочетанием агротехнических мер борьбы с химическими методами уничтожения сорняков.

9. Комбайновая уборка и немедленная доставка корнеплодов на завод.

3.1. Инновации и ресурсосбережение при возделывании сахарной свеклы

Культура _____

Потенциальный уровень урожайности, т/га _____

1. Селекционно-генетические инновации.

1.1. Сорта. Выбор сорта, гибрида _____

1.2. Возможность использования генно-модифицированных сортов

2. Организационно-экономические инновации.

2.1. Определение уровня действительно возможной урожайности

2.2 Оптимизация сортового состава по скороспелости для различных климатических зон РБ (северная, центральная, южная)

2.3 Размещение в севообороте. Предшественники. Оценка, выбор

3. Техничко-технологические инновации.

3.1. Подготовка почвы _____

3.1.1. Стерневой предшественник _____

3.1.2. Пропашной предшественник _____

3.1.3. Предшественник – многолетние травы _____

Вид работы	Срок проведения		Глубина, см	Состав агрегата; машины, орудия, рабочие органы	Требования к качеству
	агротехнический	календарный			

3.2. Удобрение _____
(культура)

Срок внесения	Вид и название удобрения	Доза на 1 га		Способ внесения, машины, орудия. Агротехнические требования
		кг д. в.	ц	

3.3. Подготовка семян к посеву.

Виды работ по подготовке семян	Сроки выполнения работ	Машины. Протравители, дозы	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

3.4. Сортвые и посевные качества семян.

Категория семян по этапам семеноводства _____

Сортовая чистота _____

Чистота семян, % _____

Всхожесть, % _____

Влажность, % _____

Посевная годность семян, % _____

Масса 1000 шт. семян, г _____

3.5. Посев.

Срок _____ Способ посева _____

Ширина междурядий _____ см.

Структура урожайности, количество растений к уборке, общая выживаемость _____

Норма высева: _____ млн. шт/га, _____ шт. на 1 пог. м, _____ кг/га.

Посевной агрегат _____

Глубина заделки семян _____ см.

Агротехнические требования к качеству посева _____

3.6. Уход за посевами*.

Виды работ по уходу за посевами	Сроки выполнения работ	Машины, орудия, состав агрегатов. Пестициды, дозы, способ внесения	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

* Выполняя раздел 3.6. «Уход за посевами», при необходимости отдельные виды работ (например, «Борьба с сорной растительностью, применение гербицидов») можно выделить в самостоятельную таблицу.

3.7. Уборка.

Срок _____

Способ _____

Высота среза _____ см. Состав агрегата, комбайн _____

Агротехнические требования _____

4. Социально-экологические инновации.

4.1. Получение продукции, свободной от нитратов

4.2. Получение продукции, свободной от пестицидов

4.3. Получение продукции, свободной от тяжелых металлов

4.4. Получение продукции, свободной от радионуклидов

4.5. Особенности технологии в системах органического земледелия

5. Заключение _____

6. Заметки.

Задача. При локальном внесении карбамида с гуматным покрытием сеялкой Monosem Mega в дозе N_{60} и при разбросном способе в дозе N_{120} была получена урожайность сахарной свеклы 74,0 т/га. Рассчитать сравнительную энергетическую эффективность разбросного и локального способа внесения удобрений (табл. 4), если при разбросном способе прибавка от мочевины составила 9 т/га, а при локальном внесении – 7 т/га. Расстояние от поля до склада с удобрениями – 5 км.

Таблица 4. Расчет сравнительной энергетической эффективности локального и разбросного способов внесения минеральных удобрений при возделывании сахарной свеклы

Буквенные обозначения	Показатели	Единица измерения	Способ внесения минеральных удобрений	
			локальный N_{60}	разбросной N_{120}
1	2	3	4	5
Уп	Прибавка урожайности (см. условие задачи)	ц/га		

Окончание табл. 4

1	2	3	4	5
q	Калорийность сухой биомассы с.-х. культуры (прил. 1)	МДж/ц		
r	Коэффициент перевода абсолютно сухой биомассы на стандартную влажность (прил. 2)	–		
K_y	Энергетический эквивалент 1 ц основной продукции $K_y = q \cdot r$	МДж/ц		
E_y	Энергетическая ценность прибавки урожая $E_y = U_{п} \cdot K_y$	МДж		
$M_{мин}$	Доза минеральных удобрений, кг д. в./га (см. условие задачи)	кг д. в./га		
C_T	Содержание питательных веществ в туках (прил. 11)	%		
$M_{физ}$	Доза внесения удобрений в физической массе $M_{физ} = M_{мин} / C_T$	ц/га		
$K_{мин}$	Энергетические затраты на производство минеральных удобрений (прил. 11, физ. масса)	МДж/кг		
$Z^п$	Затраты на производство минеральных удобрений $Z^п = M_{физ} \cdot K_{мин} \cdot 100$	МДж		
$K_в$	Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение минеральных удобрений (прил. 12)	МДж/ц		
$Z^в$	Затраты на погрузку, транспортировку и внесение	МДж		

	минеральных удобрений при прямоточной технологии $Z^n = K_n \cdot M_{\text{физ}}$			
K_y	Энергетические затраты на уборку и доработку дополни- тельного урожая за счет удоб- рений (прил. 5)	МДж/ц		
Z^y	Затраты на уборку и доработку дополнительного урожая $Z^y = Y_n \cdot K_y$	МДж		
E_c	Суммарные дополнительные энергетические затраты $E_c = Z^n + Z^s + Z^y$	МДж		
k	Коэффициент энергетической эффективности $k = \frac{E_y}{E_c}$	–		

3.2. Инновации и ресурсосбережение при возделывании картофеля

Клубнеплоды – растения, формирующие в результате разрастания некоторых вегетативных органов специфические запасающие органы, предназначенные для возобновления вегетирования растений после зимнего покоя. Основная клубнеплодная культура в Беларуси – картофель.

Возделываемый в Беларуси и в мире вид картофеля – *Solanum tuberosum* L. – многолетнее травянистое растение. Картофель ежегодно цветет, образуя плоды и семена, и ежегодно образует подземные органы вегетативного размножения – клубни, являющиеся одновременно органами, в которых откладываются запасные питательные вещества. Клубни, несущие на себе вегетативные почки, зимуют, а весной обеспечивают возобновление вегетации картофеля и, следовательно, его многолетность.

В народном хозяйстве клубни картофеля используют на продовольственные, кормовые и технические цели.

Питательная ценность картофеля определяется содержанием в клубнях углеводов, главным образом крахмала, белков, минеральных веществ и витаминов. Содержание сухого вещества в клубнях картофеля зависит от сортовых особенностей и колеблется от 15 до 35 %.

Картофель является ценным сырьем для приготовления крахмала, глюкозы, патоки, консервов, спирта. Полученные из картофеля продукты широко используют в текстильной промышленности, для приготовления различных кондитерских, колбасных изделий и других видов пищевой продукции.

Для кормовых целей используют мелкие, поврежденные клубни и побочные продукты – барду и мезгу, которые получают при промышленной переработке.

Картофель является хорошим предшественником для многих сельскохозяйственных культур.

Картофель в мире возделывается на площади 17,2 млн.га, а объем производства его составляет свыше 300 млн. т. В Республике Беларусь картофель, выращенный в общественном секторе, занимает около 25 тыс. га, на приусадебных участках населения – 230 тыс. га.

По объему потребления картофеля на душу населения лидируют постсоветские государства, первой в списке среди них (180 кг) стоит Беларусь.

Картофель принадлежит к числу наиболее продуктивных культур. Так, далеко не самый высокий урожай клубней – 300 ц/га – эквивалентен 90 ц/га зерновых культур. Однако производство картофеля высокозатратно, технология сложнее, чем у других культур. Дополнительные затраты на производство картофеля по сравнению с другими культурами связаны со сложностью семеноводства, высоким расходом посадочного материала, внесением органических удобрений, своеобразной технологией ухода, предусматривающей создание условий для формирования гнезда клубней, необходимостью вести постоянную борьбу с развитием и распространением многочисленных болезней и вредителей, уборкой, требующей сепарирования больших объемов почвы, перевозкой продукта, содержащего много воды, на большие расстояния, сложностью хранения.

Картофель – незаменимая страховая культура.

Культура _____

Потенциальный уровень урожайности, т/га _____

1. Селекционно-генетические инновации.

1.1. Сорта. Выбор сорта, гибрида _____

1.2. Возможность использования генно-модифицированных сортов.

2. Организационно-экономические инновации.

2.1. Определение уровня действительно возможной урожайности.

2.2. Оптимизация сортового состава по скороспелости и назначению для различных климатических зон Республики Беларусь (северная, центральная, южная) и сырьевых зон _____

2.3. Размещение в севообороте. Предшественники. Оценка, выбор _____

3. Технико-технологические инновации.

3.1. Подготовка почвы _____

3.1.1. Стерневой предшественник _____

3.1.2. Пропашной предшественник _____

3.1.3. Предшественник многолетние травы _____

Вид работы	Срок проведения		Глубина, см	Состав агрегата; машины, орудия, рабочие органы	Требования к качеству
	агротехнический	календарный			

3.2. Удобрение _____
(культура)

Срок внесения	Вид и название удобрения	Доза на 1 га		Способ внесения, машины, орудия. Агротехнические требования
		кг д. в.	ц	

3.3. Подготовка клубней к посадке.

Виды работ по подготовке семян	Сроки выполнения работ	Машины. Протравители, дозы	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

3.4. Сортовые и посевные качества посадочного материала.

Категория семян по этапам семеноводства _____

Сортовая чистота _____

Чистота семян, % _____

Всхожесть, % _____

Влажность, % _____

Посевная годность семян, % _____

Масса клубня для различных фракций, г _____

3.5. Посадка.

Срок _____ Способ посадки _____

Ширина междурядий _____ см.

Структура урожайности, количество растений к уборке, общая выживаемость _____

Норма посадки: _____ тыс. шт/га, _____ шт. на 1 пог. м _____ кг/га.

Посадочный агрегат _____

Глубина заделки клубней _____ см.

Агротехнические требования к качеству посадки _____

3.6. Уход за посадками.*

Виды работ по уходу за посевами. Сроки выполнения работ	Сроки выполнения работ	Машины, орудия, состав агрегатов. Пестициды, дозы, способ внесения	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

* Выполняя раздел 3.6. «Уход за посадками», при необходимости отдельные виды работ (например, «Борьба с сорной растительностью, применение гербицидов») можно выделить в самостоятельную таблицу.

3.7. Уборка.

Срок _____

Способ _____

Состав агрегата, комбайн _____

Агротехнические требования _____

4. Социально-экологические инновации

4.1. Получение продукции, свободной от нитратов

4.2. Получение продукции, свободной от пестицидов

4.3. Получение продукции, свободной от тяжелых металлов

4.4. Получение продукции, свободной от радионуклидов

4.5. Особенности технологии в системах органического земледелия

5. Заключение

6. Заметки.

Задача. Рассчитать экономию затрат на препарат – фунгицид Ридомил голд МЦ, 2,5 кг/га – при выращивании сортов картофеля на площади в 100 га с высокой устойчивостью к фитофторозу (Карелия, Атлант, Верас) в сравнении с менее устойчивыми сортами, учитывая, что на устойчивых сортах количество обработок сократилось на 1 шт.

Стоимость препарата – 21,42 долл./кг. Количество обработок за вегетацию на сорте, среднеустойчивому к фитофторозу, – 4, устойчивому к заболеванию – 3.

ТЕМА 4. ИННОВАЦИИ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ПРЯДИЛЬНЫХ КУЛЬТУР

Из числа прядильных культур в Республике Беларусь выращивают лен-долгунец. Его производят прежде всего для получения волокна и семян. Волокно в виде лубяных пучков формируется в стеблях, составляя до 35 % их массы.

Льняное волокно служит сырьем для текстильной промышленности.

В семенах льна содержится 40–45 % быстровысыхающего жира и более 20 % белка. При отжиме масла из семян получают жмых, используемый на кормовые цели. По питательности 1 кг льняного жмыха содержит 1,15 к. ед., около 280 г переваримого протеина. Полова (мякина), получаемая при обмолоте семян, также используется на корм животным. В 1 ц полова содержится 27 к. ед. и 2 кг белка.

Широкое применение в народном хозяйстве находит костра – продукт, получаемый в результате мятья льнотресты.

Современные технологии позволяют получать в льносеющих хозяйствах льноволокна 12–15 ц/га, а семян – 5–8 ц/га.

Посевные площади льна в республике стабилизировались на уровне 52 тыс. га.

Особенности технологии возделывания льна связаны как с биологическими особенностями культуры, так и с особенностями

производимого продукта. При возделывании льна, как никакой другой культуры, важно четко определиться с местом в севообороте и предшественником; продумать и разработать систему удобрения культуры. Норма высева льна, а следовательно, густота стеблестоя льна в несколько раз превышают эти показатели у зерновых культур. Первые недели после появления всходов лен растет очень медленно, поэтому чувствителен к угнетению сорняками. Фаза «елочки» – оптимальное время обработки гербицидами. Основная хозяйственно ценная часть урожая – волокно – формируется по всей длине стебля, поэтому стебли теребят, а не скашивают. Уборку льна на волокно начинают в фазе ранней желтой спелости и заканчивают за 1–1,5 нед. Льноворох, во избежание его порчи, необходимо подвергнуть тепловой сушке на напольных установках активного вентилирования или на карусельной сушилке.

Для разрушения пектинового вещества, склеивающего лубяные волокна с паренхимой коры, вытеребленные стебли льна расстилают для вылежки. Равномерность вылежки достигается периодическим обращиванием лент. Наиболее прогрессивный метод уборки льна с поля – рулонный.

4.1. Инновации и ресурсосбережение при возделывании льна-долгунца

Культура _____

Потенциальный уровень урожайности, т/га _____

1. Селекционно-генетические инновации

1.1. Сорты. Выбор сорта _____

1.2. Возможность использования генно-модифицированных сортов _____

2. Организационно-экономические инновации.

2.1. Определение уровня действительно возможной урожайности волокна и семян _____

2.2. Оптимизация сортового состава по скороспелости для различных климатических зон РБ (северная, центральная, южная) _____

2.3. Размещение в севообороте. Предшественники. Оценка, выбор _____

3. Техничко-технологические инновации.

3.1. Подготовка почвы _____

3.1.1. Стерневой предшественник _____

3.1.2. Пропашной предшественник _____

3.1.3. Предшественник – многолетние травы _____

Вид работ	Срок проведения		Глубина, см	Состав агрегата; машины, орудия, рабочие органы	Требования к качеству
	агротехнический	календарный			

3.2. Удобрение _____
(культура)

Срок внесения	Вид и название удобрения	Доза на 1 га		Способ внесения, машины, орудия. Агротехнические требования
		кг д. в.	ц	

3.3. Подготовка семян к посеву.

Виды работ по подготовке семян	Сроки выполнения работ	Машины. Протравители, дозы	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

3.4. Сортовые и посевные качества семян.

Категория семян по этапам семеноводства _____

Сортовая чистота _____

Чистота семян, % _____

Всхожесть, % _____

Влажность, % _____

Посевная годность семян, % _____

Масса 1000 шт. семян, г _____

3.5. Посев.

Срок _____ Способ посева _____

Ширина междурядий _____ см.

Структура урожайности, количество растений к уборке, общая выживаемость _____

Норма высева: _____ млн. шт/га, _____ шт. на 1 пог. м, _____ кг/га.

Посевной агрегат _____

Глубина заделки семян _____ см.
Агротехнические требования к качеству посева _____

3.6. Уход за посевами.*

Виды работ по уходу за посевами	Сроки выполнения работ	Машины, орудия, состав агрегатов. Пестициды, дозы, способ внесения	Цели и задачи выполняемых работ. Агротехнические требования

* Выполняя раздел 3.6. «Уход за посевами», при необходимости отдельные виды работ (например, «Борьба с сорной растительностью, применение гербицидов») можно выделить в самостоятельную таблицу.

3.7. Уборка.

Срок _____

Способ _____

Высота среза _____ см. Состав агрегата, комбайн _____

Агротехнические требования _____

4. Социально-экологические инновации.

4.1. Получение продукции, свободной от нитратов

4.2. Получение продукции, свободной от пестицидов

4.3. Получение продукции, свободной от тяжелых металлов

4.4. Получение продукции, свободной от радионуклидов

4.5. Особенности технологии в системах органического земледелия

5. Заключение _____

6. Заметки.

Задача. Сравнить сорта льна-долгунца по выходу волокна (ц/га), если норма высева семян составила 20 млн. шт/га, полевая всхожесть у сорта Эверест была 60 %, у сорта Рубеж – 62 %, сохраняемость растений – 86 и 84 %, масса одной соломки – 0,6 и 0,63 г соответственно. Соотношение льноволокна и соломки составило 1:5.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур : учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш, П. А. Саскевич, В. В. Лапа [и др.] ; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. Горки : БГСХА, 2016. – 383 с.
2. Точное сельское хозяйство : учеб.-практ. пособие / Д. Шпаар, А. Захаренко, В. Якушев [и др.] ; под ред. Д. Шпаара, А. Захаренко, В. Якушева. – С.-П. – Пушкин, 2009. – 397 с.
3. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. науч. материалов, 3-е изд. доп. и перераб. / РУП «Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию» ; ред. кол. : Ф. И. Привалов, Э. П. Урбан, В. В. Лапа [и др.] – Минск : ИВЦ Минфина, 2017. – 688 с.
4. Методология и методика энергетической оценки агротехнологий в агроландшафтах / РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева. – М., 2007 – 21 с.
5. Богданович, П. Ф. Основы энергосбережения : учеб. пособие / П. Ф. Богданович, Д. А. Григорьев, В. К. Пестис. – Гродно: ГГАУ, 2007. – 174 с.
6. Мастеров, А.С. Методика энергетического анализа при применении пестицидов и удобрений : метод. указания / А.С. Мастеров, В. П. Дуктов., Т. И. Валькевич. – Горки : БГСХА, 2006. – 48 с.

**Энергетические эквиваленты органических
и других видов удобрений**

Вид удобрения	Энергетический эквивалент, МДж/кг
Навоз (% влажности):	
60	0,84
70	0,63
80	0,42
Торфонавозные компосты (60 % влажности)	1,70
Местные минеральные удобрения	2,90
Известковые материалы	3,80

Приложение 4

**Энергетические затраты на погрузку, транспортировку и внесение
органических удобрений при прямоточной технологии**

Доза внесения, т/га	Энергетические затраты, МДж/га
20	4363
30	6419
40	8475
50	10427
60	12379

Приложение 5

**Энергетические затраты на уборку и доработку дополнительного урожая
за счет удобрений**

Культуры	Продукция	Энергетические затраты, МДж/ц
Озимые зерновые	Зерно	276
Яровые зерновые	Зерно	256
Кукуруза	Силос	30
Картофель	Клубни	78
Сахарная свекла	Корнеплоды	62
Кормовые корнеплоды	Корнеплоды	45

Приложение 6

**Нормативы энергозатрат на химическую обработку посевов сельскохозяйственных
культур, МДж/га**

Марка основного агрегата	Транспор-тировка воды	Норма расхода рабочей жидкости, л/га	Энерго-затраты топлива	Энерго-емкость средств механизации	Энерго-емкость складских помещений	Энерго-затраты живого труда	Накладные энергозатраты	Всего энергозатрат, МДж/га
ОП 2000 + МТЗ-80	РЖТ-4 + МТЗ-80	100–200 200–300	68,66 92,38	20,60 24,70	3,80 3,80	14,04 17,12	16,06 20,70	123,1 6 158,7 0

Приложение 7

Энергетические эквиваленты пестицидов

Пестициды	Энергетический эквивалент, МДж/кг
Инсектициды:	
смешивающиеся масла	365,0
смачивающийся порошок	253,2
гранулы	216,6
Фунгициды:	
смешивающиеся масла	272,6
смачивающийся порошок	116,6
Гербициды:	
смешивающиеся масла	420,0
смачивающийся порошок	264,0

Приложение 8

Энергетическая ценность топлива

Вид топлива	МДж/кг
Бензин	54,50
Дизельное топливо	52,80
Керосин	42,90
Мазут топочный	40,14
Топливо печное бытовое	42,70

Приложение 9

Энергетические эквиваленты овеществленных энергозатрат при использовании сельскохозяйственной техники

Марка	Энергетический эквивалент, МДж/ч	Марка	Энергетический эквивалент, МДж/ч
1	2	3	4
Двигатели		Самоходные машины	
Т-150К	130,20	СК-5 «Нива»	901,74
МТЗ-80	49,98	СК-6 «Колос»	1098,30
МТЗ-82	52,08	Дюн-1500	1614,80
Т-150	133,56	КС-6	717,360
ДТ-75М	130,20	КСК-100	1402,40
К-701	205,80	КСКУ	1477,80
К-700	195,30	СПС – 4,2	439,32

Окончание прил. 9

1	2	3	4
МТЗ-50	44,94	Погрузчики	
Т-28	60,06	ПЭ-0,8Б	53,34
Т-25А	36,96	СНТ-2,1Б	51,24
ЮМЗ-6	52,08	ПБ-35	26,88
Плуги , лущильники, дисковые бороны		ППУ-0,5	15,12
ПЛН-5-35	30,24	УЗСА-40	112,14
ПЛН-3-35	20,16	ПФ-0,5	21,84
ПЛ-5-35	57,12	АС-2УМ	66,36
ПТК-9-35	106,26	ПУ-0,5	123,48
ПН-8-35	74,34	ЗСВУ	43,26
ЛДГ-20	333,90	КПГ-2,2	252,84
ЛДГ-15	227,64	КПГ-250	56,28
ЛДГ-10	148,26	КПШ-5	59,22
ЛДГ-5	65,10	КПШ-9	144,48
БДТ-7	343,98	КПЭ-3,8	76,02
БДТ-10	364,14	БИГ-3А	70,14
Сеялки		Машины для внесения удобрений	
СЗ-3,6	142,38	РТТ-4,2	101,22
СЗУ-3,6	145,32	ИСУ-4	39,06
СЗП-3,6	183,54	1-РМГ-4	77,28
СУПН-8	255,78	РУМ-8	85,26
СП4-6М	159,60	РУП-8	94,08
ССТ-12А	305,76	ПРТ-10	211,68
СЗС-2,1М	110,46	РПН-4	145,32
Культиваторы, зубовые бороны, катки		РОУ-5	106,26
КПС-4	63,00	РЖТ-4	60,06
КРН-5,6	46,20	РЖГ-8	88,20
КРН-4,2	69,30	Другие машины	
УСМК-5,2	85,26	КОП-1,4В «Хер- сонек»	478,80
КОН-2,8ПМ	53,34	БМ-6А	215,88

БЗСС-1,0	5,04	ККУ-2А	470,40
БЗТС-1,0	5,88	ППК-4	283,92
ЗККШ	249,90	КЧР-1,5Б	129,36
ЗГВК-1,4	126,42	УВК-2	254,94
Транспортные тележки		ЖРС-5,9А	251,58
2ПТС-4	34,02	ЖВН-6	229,74
2ПТС-6	53,34	ЖСК-4А	251,58
ПСЕ-12,5	38,22	С-11	31,92
ММЗ-771Б	80,22	СГ-21	81,06
1ПТС-2	15,12	Машины для внесения пестицидов	
		ПОУ	44,10
		АПр «Темп»	109,20
		ЗЖВ	56,28
		ОПШ-15	75,60

Приложение 10

Энергетические эквиваленты производственных и трудовых затрат в земледелии

№	Затраты	Единица измерения	Энергетический эквивалент, МДж
1	2	3	4
1	Электроэнергия	1 кВт · ч	12,01
2	Тепловая энергия	1 Гкал	5569,20
3	Известь	1 кг	1,32
4	Полиэтиленовая пленка	1 кг	120,20
5	Полиэтиленовая пленка	1 м ²	0,50
6	Стальная проволока для вязки 1т соломы в тюки	–	774,90
7	Органические виды топлива:		
	авиабензин	1 кг	52,08
	уголь	1 кг	32,76
	природный газ	1 м ²	49,56
	древесина	1 кг	19,74
	торф	1 кг	18,06
	сланцы	1 кг	26,88
	солома (14% влажности)	1 кг	14,28
	биогаз	1 м ²	22,68
8	Прямые и овеществленные затраты энергии при работе самолета	1 ч	3510,80
9	Перевозка (прямые затраты):		
	водным транспортом	1 т · км	0,34
	самолетом	1 т · км	27,85
	автомобилем	1 т · км	4,79
	трактором	1 т · км	5,75
	тягачом с прицепом	1 т · км	2,88
10	Энергоемкость поливной воды	1000 м ³	6576,40

11	Сушка: пшеницы продовольственной, овса, ячменя продовольственных и кормовых с влажностью до сушки: 20 %	1 т	481,32
	30 %	1 т	1029,84
	40 %	1 т	1636,30
	пшеницы сильной, твердой и цен- ных сортов с влажностью до сушки: 20%	1 т	601,44
	30 %	1 т	1287,30
	40 %	1 т	2045,40

Окончание прил. 10

1	2	3	4
	ржи с влажностью до сушки: 20%	1 т	438,10
	30 %	1 т	937,00
	40 %	1 т	1488,90
	гороха с влажностью до сушки: 20 %	1 т	962,60
	30 %	1 т	2059,70
	40 %	1 т	3272,60
	кукурузы с влажностью до сушки: 20 %	1 т	1482,60
	30 %	1 т	3171,80
40 %	1 т	5040,00	
12	Сушка зеленых кормов с влажностью до сушки: 55 %	1 т	8059,80
	60 %	1 т	10189,20
	65 %	1 т	12763,80
	70 %	1 т	16585,80
	75 %	1 т	21483,00
	80 %	1 т	29479,80
13	Заготовка многолетних злаковых трав: сенажирование в траншеях	1 т	243,60
	силосование без консервантов	1 т	159,60
	силосование с консервантами	1 т	158,760
14	Сушка помета с влажностью до сушки 80 %	1 т	14023,80

15	Энергозатраты на семенной материал:		
	сахарная свекла	1 кг	54,60
	люцерна	1 кг	260,40
	травы на сено	1 кг	88,20
	кукуруза	1 кг	105,00
	сорго	1 кг	58,80
	ячмень, озимая и яровая пшеница	1 кг	12,60
	овес	1 кг	16,80
16	соя	1 кг	33,60
	картофель	1 кг	2,520
	Затраты живого труда:		
	работа: легкая	1 чел.-ч.	0,88
средняя	1 чел.-ч.	1,26	
тяжелая	1 чел.-ч.	2,00	

Приложение 11

Энергозатраты на производство удобрений (минеральные – на 1 кг д. в.)

Вид и формы удобрений	Содержание д. в., %	Энергетический эквивалент, МДж	
		действующего вещества	физической массы
Азотные		80,0	
Фосфорные		13,8	
Калийные		8,8	
Азотные			
Азот в сложных удобрениях	–	152,7	–
Сульфат аммония	20,5	80,0	16,4
Аммиачная селитра	34,5	80,0	27,6
Натриевая селитра	16,0	80,0	12,8
Кальциевая селитра	17,0	80,0	13,6
Мочевина	46,0	80,0	26,8
КАС	28,0	80,0	22,4
Аммиачная вода	20,5	80,0	16,4
Аммиак жидкий	82,0	80,0	65,0
Фосфорные			
Фосфор в сложных удобрениях	–	27,3	–
Сульфат простой гранулированный	20,0	13,8	2,8
Суперфосфат двойной	46,0	13,8	6,3

Суперфосфат аммонизированный	N_8P_{33}	51,5	21,1
Калийные			
Калий в сложных удобрениях	–	29,4	–
Хлористый калий	60,0	8,8	5,3
Калийная соль	40,0	8,8	3,5
Сульфат калия	48,0	8,8	4,2
Комплексные			
Нитрофоска	НПК по 12 %	51,5	18,5
Нитроаммофоска	НПК по 17 %	51,5	26,2
Азофоска	НПК по 16 %	51,5	24,7
Аммофосфат	N_7P_4	51,5	27,8
Аммофос	$N_{12}P_{50}$	51,5	31,9
АФК	$N_{10} P_{20} K_{20}$	51,5	25,8
АФК	$N_5 P_{16} K_{35}$	51,5	28,8
ЖКУ	$N_{10} P_{34}$	51,5	22,7
Кристаллин	$N_{20} P_{16} K_{20}$	51,5	28,8

Приложение 12

Средние энергозатраты на хранение, транспортировку и внесение 1 ц минеральных удобрений в зависимости от дальности перевозки, МДж

Транспортировка от рельсового склада до хозяйственного, км	Транспортировка от хозяйственного склада до поля, км							
	Прямоточная технология					Перегрузочная технология		
	1	3	5	7	9	5	10	15
0	53,4	59,9	69,3	83,9	129,9	60,9	70,0	82,7
10	65,1	71,6	81,5	96,0	139,0	73,1	82,1	94,8
20	82,4	89,9	98,7	113,2	156,2	90,3	99,8	112,0
40	118,1	124,6	134,1	147,9	191,6	125,7	134,7	147,4

СОДЕРЖАНИЕ

Тема 1. Инновации и ресурсосбережение при выращивании зерновых культур.....	3
1.1. Инновации и ресурсосбережение при возделывании озимых хлебов.....	3
1.2. Инновации и ресурсосбережение при возделывании яровых зерновых культур ранних сроков сева.....	7
.....	
1.3. Инновации и ресурсосбережение при возделывании яровых зерновых культур поздних сроков сева (кукурузы на зерно, гречиха).....	12
.....	
1.4. Инновации и ресурсосбережение при возделывании зерновых бобовых культур.....	20

Тема 2. Инновации и ресурсосбережение при возделывании масличных культур.....	24
2.1. Инновации и ресурсосбережение при возделывании озимого рапса	24
Тема 3. Инновации и ресурсосбережение при выращивании корне-, клубнеплодов.....	27
3.1. Инновации и ресурсосбережение при возделывании сахарной свеклы	28
3.2. Инновации и ресурсосбережение при возделывании картофеля	33
Тема 4. Инновации и ресурсосбережение при выращивании прядильных культур.....	37
4.1. Инновации и ресурсосбережение при возделывании льна-долгунца	38
Библиографический список.....	41
Приложение.....	42