

Дидактические материалы для выполнения практических занятий

Тема 1. Ведение севооборотов на основе принципов биологизации

Цель задания: закрепить теоретические знания и практические навыки в составлении севооборотов с элементами биологизации.

Задачи:

- составить севообороты для различных почвенных разностей с элементами биологического земледелия;
- разместить промежуточные культуры в биоорганических севооборотах.

Методические указания. Эколого-биоорганический севооборот отличается от обычного традиционного тем, что он является на протяжении всего вегетационного периода (апрель – ноябрь) «зеленым» с максимально большим агробиоразнообразием. В «зеленом» севообороте более полно используются природные условия – солнечная энергия, температура воздуха, атмосферные осадки для накопления органического вещества и биологического азота, снижения миграции элементов питания вниз по профилю почвы.

Для того чтобы перейти на эколого-биоорганический севооборот, необходимо создать благоприятные условия для получения дешевого органического вещества и биологического азота. Это во многом будет зависеть от хорошо спланированных подготовительных мероприятий по размещению промежуточных культур и первой культуры, под которую подсеваются многолетние бобовые или бобово-злаковые смеси, используемые на корм скоту и зеленое удобрение.

При традиционном земледелии в Беларуси пустует после уборки ранних культур более миллиона гектаров земли с вегетационным периодом 60–80 дней. В биоорганическом земледелии наличие пустующей, ничем не занятой земли с вегетационным периодом более 45 дней недопустимо. В этом суть коренного отличия эколого-биоорганических «зеленых» севооборотов от традиционных, где огромные площади пахотных земель (с третьей декады июля – август) не засеваются промежуточными культурами после уборки ранних культур.

В агроэкологическом земледелии важно в применяемом севообороте с целью усиления разнообразия использовать различные промежуточные культуры – бобовые, бобово-злаковые смеси, крестоцветные (озимый и яровой рапс, озимая и яровая сурепица, редька масличная, горчица белая), которые не занимают самостоятельного поля, а возделываются после уборки ранних зерновых и других культур.

В подготовительный период в каждом намечаемом севообороте высеваются пожнивные или подсевные промежуточные культуры, которые используются на кормовые цели, а поживно-корневые остатки и мульча – на зеленое удобрение. При этом пожнивные остатки промежуточных

культур после их уборки должны оставаться высотой не менее 5 см с определенным количеством листьев. Такие пожнивные остатки с мульчей подсеваемых бобовых культур можно отнести к зеленому удобрению, а убранная надземная зеленая масса идет на корм скоту.

Структура посевных площадей в пятипольном севообороте: 40 % – зерновые культуры, 20 % – крупяные культуры, 20 % – пропашные культуры, 20 % – многолетние травы и 50 % – промежуточные культуры на корм + 20 % мульчи клевера + пожнивно-корневые остатки на зеленое удобрение (табл. 1).

Таблица 1. **Примерная схема пятипольного эколого-биоорганического севооборота**

Номер поля	Культуры
0	Подготовительное поле, зерновые промежуточные культуры на корм и зеленое удобрение в пятипольном севообороте
1	Гречиха (осенью измельченная солома гречихи под картофель + 40 т/га ферментируемый навоз)
2	Ранний картофель + пожнивные культуры
3	Яровая пшеница (тритикале) + пожнивные культуры
4	Овес (ячмень) + клевер (мульча на удобрение)
5	Клевер на корм (отава на зеленое удобрение)

Всего вносится 22–24 т/га органических удобрений, в том числе 8 т/га навоза, 9 т/га пожнивно-корневых остатков, 5–7 т/га соломы в пересчете на навоз.

Структура посевных площадей в шестипольном севообороте: 33,3 % – зерновые культуры, 16,7 % – крупяные культуры, 33,3 % – пропашные культуры, 16,7 % – многолетние травы и 50 % – промежуточные культуры + пожнивно-корневые остатки на зеленое удобрение (табл. 2).

Таблица 2. **Примерная схема шестипольного эколого-биоорганического севооборота**

Номер поля	Культуры
0	Подготовительное поле, зерновые + промежуточные культуры на корм и зеленое удобрение в шестипольном севообороте
1	Просо (гречиха) (осенью солома проса или гречихи под картофель + 40 т/га ферментированного навоза)
2	Ранний картофель + пожнивные культуры
3	Тритикале (яровая пшеница) + пожнивные культуры
4	Ячмень (овес) + подсева клевер (донник) + мульча на удобрение
5	Клевер (донник) на корм (отава на зеленое удобрение)
6	Кукуруза + пожнивные культуры

Всего вносится 24 т/га органических удобрений, в том числе 9,7 т/га зеленой массы в пересчете на навоз, 9,5 т/га пожнивно-корневых остатков, 4,8 т/га соломы в пересчете на навоз.

Структура посевных площадей в восьмипольном севообороте: 50,0 % – зерновые культуры, 12,5 % – крупяные культуры, 25 % – пропашные культуры, 12,5 % – многолетние травы и 50–60 % – промежуточные культуры + мульча клевера (табл. 3).

Таблица 3. Примерная схема восьмипольного эколого-биоорганического севооборота

Номер поля	Культуры
0	Подготовительное поле, зерновые + промежуточные культуры на корм и зеленое удобрение в восьмипольном севообороте
1	Гречиха (просо) (осенью измельченная солома гречихи + 60 т/га ферментированного навоза под картофель)
2	Ранний сорт картофеля + пожнивные культуры
3	Яровая пшеница (тритикале) + пожнивные культуры
4	Ячмень (овес, тритикале) + подсевной клевер (донник) + мульча на удобрение
5	Клевер (донник) на корм (отава на зеленое удобрение)
6	Озимая пшеница (рожь) + пожнивные культуры
7	Кукуруза
8	Овес (ячмень) + пожнивные культуры

Всего вносится 23,0 т/га органических удобрений, в том числе 7,5 т/га навоза, 10,5 т/га поживно-корневых остатков и 5,0 т/га соломы в пересчете на навоз.

При такой технологии использования промежуточных культур в почву вносится 10–15 и более тонн органического вещества на 1 га и около 50–70 кг/га биологического азота. Кроме этого, за счет зеленой массы промежуточных культур, убираемой на высоком срезе, можно получать дополнительно 10,0–15,0 т/га качественного корма в позднеосенний период (октябрь), что в переводе будет равняться 25–30 ц/га к. ед.

В опытах пятипольного севооборота под гречиху вносилось по 14–16 т/га органического вещества за счет пожнивных остатков и 50 кг/га биологического азота, что обеспечило в среднем за 2 года урожай зерна гречихи – 20–23 ц/га.

Аналогичная технология использования промежуточных культур на корм и зеленое удобрение после уборки раннего картофеля, яровой пшеницы и других в шести- и восьмипольных севооборотах.

Бобовые, бобово-злаковые смеси и крестоцветные промежуточные культуры в эколого-биоорганическом севообороте следует рассматривать как обновление видового разнообразия, способствующего увеличению растений в осенний период.

Схемы эколого-биоорганических севооборотов составлены с таким расчетом, что за ротацию пятипольного (шести- и восьмипольного) севооборота зеленая масса люпина, клевера и донника три раза убирается на кормовые цели для животноводства, а пожнивные остатки и перезимовавший мульчирующий слой клевера и донника с измельченной соломой и стерневыми остатками предшествующей покровной зерновой культуры – на удобрение. Надземная масса клевера и донника,

наращиваемая в летне-осенний период, после выхода из-под покрова зерновых остается в виде мульчи на зиму. Весной, в конце второй – начале третьей декады мая, отросшая надземная масса убирается (на срезе более 20 см) на корм, а пожнивные остатки и мульча используются в качестве зеленого удобрения. В среднем за 2 года урожай надземной массы пожнивного узколистного люпина составил 18,0 т/га, пожнивных и корневых остатков на удобрение – 14,4 т/га.

Сахарная свекла – одна из самых рентабельных культур. Однако она требует разработки компенсационных мер по предупреждению негативного воздействия на почву. Эта проблема решается, если использовать биологические и другие ресурсы.

Примеры свекловичных биологизированных севооборотов:

Схема 1.

1. Сидеральный пар (эспарцет или донник);
2. Озимые зерновые + пожнивная редька масличная на сидерат;
3. Сахарная свекла (ботва на удобрение);
4. Гречиха с запашкой ее соломы;
5. Ячмень + донник или эспарцет.

Схема 2.

1. Сидеральный пар (донник или эспарцет);
2. Озимая пшеница + сидерат (яровая вика + редька + гречиха);
3. Сахарная свекла (ботва на удобрение);
4. Яровая пшеница + донник или эспарцет.

Учитывая, что сахарная свекла обеспечивает небольшой возврат органического вещества в почву даже при запашке ее ботвы, в севооборот нужно вводить «ремонтное» поле с сидеральным донником или эспарцетом. Эти культуры образуют мощную надземную и подземную массу с узким соотношением C:N = 1:20–25 и благоприятным набором элементов питания. Кроме того, органическая масса донника в почве содержит дикумарин, который оказывает фитосанитарное оздоровление, подавляя проволочников. Скашивание и измельчение надземной массы сидерата необходимо проводить любыми существующими косилками-измельчителями с разбрасыванием ее по полю и немедленной обработкой почвы дискатором. Происходит это в начале июня, затем по мере появления сорняков проводят 2–3 культивации. При такой технологии до посева озимой пшеницы поле становится чистым от сорняков, плодородным в результате разложения органической массы донника.

Производство картофеля также относится к экологически небезопасной специализации, так как имеются многочисленные механические обработки (рыхление, окучивание, уборка), ведущие к повышенной минерализации органического вещества. Основные факторы биологизации севооборотов картофельной специализации в схемах севооборотов:

Схема 1.

1. Эспарцет 1-го года;
2. Эспарцет 2-го года;

3. Картофель;
4. Вико-овсяная или горохо-овсяная смесь;
5. Озимые зерновые с запашкой соломы;
6. Картофель;
7. Ячмень с подсевом эспарцета.

Схема 2.

1. Сидеральный пар (донник);
2. Озимая пшеница (с запашкой соломы на удобрение);
3. Картофель;
4. Ячмень + донник.

Схема 3.

1. Сидеральный пар (озимая рожь + вика);
2. Озимая рожь + пожнивная горчица на сидерат;
3. Картофель ранний + горчица на сидерат;
4. Картофель среднепоздний.

Важнейшее значение в условиях специализации севооборотов имеет внесение в почву органических удобрений (навоза, соломы, сидератов и др.). Этим достигается активизация почвенных биологических процессов и устранение почвоутомления, улучшается фитосанитарное состояние почвенной среды.

Примеры биологизированных зерновых специализированных севооборотов:

Схема 1.

1. Бобы, горох, соя;
2. Озимая пшеница + пожнивные культуры на сидерат;
3. Яровая пшеница + озимая сурепица на сидерат;
4. Озимая сурепица на сидерат + гречиха (поздний посев);
5. Озимые зерновые с запашкой соломы + пожнивные культуры на сидерат;
6. Просо или кукуруза;
7. Ячмень, овес.

Схема 2.

1. Сидеральный пар (донник);
2. Озимая пшеница + пожнивные культуры на сидерат;
3. Яровая пшеница + озимые культуры на сидерат;
4. Горох;
5. Озимые зерновые культуры + пожнивные культуры на сидерат;
6. Кукуруза на зерно;
7. Ячмень с подсевом донника.

Схема 3.

1. Горох, люпин;
2. Озимая пшеница или рожь + пожнивная горчица белая на сидерат;
3. Гречиха с запашкой измельченной соломы;
4. Кукуруза на зерно;
5. Ячмень + пожнивная редька масличная на сидерат.

Схема 4.

1. Пар занятый или сидеральный;
2. Озимая пшеница;
3. Озимая рожь + пожнивная редька масличная на сидерат;
4. Гречиха или кукуруза на зерно;
5. Ячмень с подсевом донника.

В настоящее время возрастает роль структуры посевных площадей и севооборота в регулировании баланса органического вещества в почве за счет увеличения количества корневых и поверхностных растительных остатков. В опытах лаборатории севооборотов НПЦ по земледелию основные полевые культуры, возделываемые в севооборотах, оставляли после себя следующее количество абсолютно сухих растительных остатков: зерновые колосовые – 25–30 ц/га, однолетние бобовые – 11–15 ц/га, многолетние травы (клевер, клевер + тимopheевка 2-го г. п., люцерна) – 50–60 ц/га, пропашные (картофель, корнеплоды) – 7–11 ц/га.

В опытах НПЦ по земледелию при 25 % многолетних трав в 8-польном севообороте в виде двухгодичного использования клеверо-тимopheеchnой смеси в почву ежегодно запахивалось на 1 га пашни 28,5 ц сухой массы растительных остатков, что эквивалентно 14,3 т подстилочного навоза на 1 га севооборотной площади; в севообороте с такой же структурой, но с двумя полями клевера одногодичного пользования – 35,3 ц (эквивалентно 17,7 т навоза на 1 га пашни), а в севообороте с 50 % многолетних трав (клевер + злаки) и четырехлетним их использованием – 25,9 ц (эквивалентно 13,0 т навоза на 1 га пашни). В экспериментальных севооборотах вносилось по 11,2 т подстилаемого навоза на 1 га пашни. Доля растительных остатков в общем количестве поставляемого в почву органического вещества составляла соответственно 56,0; 61,0 и 53,7 %.

По многолетним данным, сумма положительных температур выше 5 °С в пожнивный период составляет 38–40 % (в связи с потеплением температура увеличивается), сумма осадков – 158 мм, или 40,3 %.

На незасеянных площадях более 1 млн. га по зяблевой вспашке развиваются эрозионные процессы, и увеличивается миграция подвижных элементов питания в нижележащие слои почвы, загрязняя открытые водоемы, реки, озера и колодцы. Становится очевидной необходимость более широкого внедрения промежуточных культур как важного звена природоохранной технологии. В условиях нормального увлажнения оставлять незасеянными поля после ранних зерновых и других культур в интенсивном земледелии недопустимо. Засевая промежуточными культурами хотя бы половину этих площадей (50 % на сидеральные цели и 50 % на кормовые), хозяйства значительно улучшат плодородие почв, кормовую базу и, главное, обеспечат оздоровление окружающей среды.

Промежуточные культуры – это культуры, не занимающие самостоятельного поля в севообороте, а возделываемые в промежутках времени между уборкой и посевом основных культур севооборота (табл. 4).

Таблица 4. Примерные сроки сева промежуточных культур в эколого-биоорганических севооборотах с учетом уборки основных культур в Беларуси

Основные культуры	Дата уборки основных культур	Дата посева промежуточных культур	Время вегетации культур, дн.	Промежуточные культуры
Озимая рожь	20.07–05.08	22.07–07.08	75–90	Люпин узколистый, пелюшка, крестоцветные, злаковые и бобово-злаковые смеси, фацелия
Озимая пшеница	25.07–10.08	27.07–12.08	70–85	Крестоцветные, фацелия, бобово-злаковые смеси
Озимое тритикале	25.07–10.08	27.07–12.08	72–84	Крестоцветные, фацелия, бобово-злаковые смеси
Озимый ячмень	10.07–20.07	12.07–30.07	82–98	Люпин узколистый, кормовые бобы, горох, вика, пелюшка, бобово-злаковые смеси, райграсс, крестоцветные
Озимый рапс	10.07–25.07	15.07–27.07	85–95	Бобы, горох, пелюшка, люпин узколистый, фацелия, райграсс
Яровой ячмень	20.07–30.07	22.07–01.08	80–89	Люпин узколистый, кормовые бобы, горох, пелюшка, вика, крестоцветные, бобово-злаковые смеси, райграсс, фацелия
Овес	06.08–16.08	08.08–19.08	64–75	Крестоцветные, фацелия
Ранний картофель	10.07–20.07	15.07–25.07	86–97	Люпин узколистый, кормовые бобы, горох, пелюшка, вика, крестоцветные, бобово-злаковые смеси, райграсс, фацелия
Горох на зерно	25.07–09.08	01.08–12.08	70–80	Крестоцветные, фацелия
Люпин на зерно	05.08–16.08	07.08–19.08	65–76	Крестоцветные, фацелия

Произрастая между основными культурами в севооборотных полях, сидераты:

- снижают засоренность посевов, поражение растений болезнями и вредителями (выступают как фитосанитары);
- способствуют поступлению в почву 15–25 т/га органического вещества и 50–60 кг/га биологического азота, 10–15 кг/га фосфора и 20–30 кг/га калия;
- препятствуют водной и ветровой эрозии;

- способствуют повышению содержания гумуса и усиливают биологическую активность почвы;
- с помощью развитой корневой системы улучшают ее водно-физические свойства и структуру почвы;
- оказывают положительное влияние на повышение качества выращиваемой продукции.

При внедрении пожнивных посевов специалисты сельского хозяйства должны в первую очередь определить, для какой цели будут использованы промежуточные культуры, какая имеется в хозяйстве материально-техническая база для проведения пожнивных посевов, на какой площади будут проведены посевы, какова обеспеченность семенами, горюче-смазочными материалами и др. Необходимо заранее спланировать на каком поле будет начата уборка и освобождение его от соломы или ее измельчение при уборке, чтобы после комбайновой уборки участок в течение двух дней был засеян пожвной культурой. Вслед за уборкой солому заделывают в почву дисковыми в двух перекрестных направлениях и высевают промежуточные культуры. Высеянные семена попадают в сравнительно влажную почву, что способствует появлению дружных всходов. Даже в засушливую погоду при высеве сидератов с разрывом не более одного-двух дней после уборки основной культуры влажность почвы остается достаточной для набухания семян и удовлетворительных всходов. На почвах легкого гранулометрического состава для оперативной предпосевной обработки почвы под пожвные культуры целесообразно применять комбинированные агрегаты, которые за один проход выполняют следующие операции: рыхление почвы, выравнивание, прикатывание и сев.

Высокий эффект от пожвных промежуточных культур можно получать ежегодно, если их выращивание будет заранее спланированным, продуманным при размещении предшественника. Хорошие результаты достигаются на легких по гранулометрическому составу почвах с применением стерневых сеялок СПП-3,6 (Беларусь), ССВ-3,5 (Россия), СЗС-4,2 «Нива» (Россия) и др., которые вслед за комбайном, при уборке зерновых с измельчением соломы, могут сеять промежуточные культуры без предварительного дискования или после обработки почвы дисковыми.

Для всех пожвных культур нормы высева следует повышать на 15–20 % по сравнению с нормами, принятыми для обычных весенних посевов.

Задание 1

Используя табл. 5 и 6, составить севообороты по структуре посевных площадей. Первый севооборот находится на почвах легкого гранулометрического состава, второй – на почвах связного гранулометрического состава.

Вариант 1. 1) гречиха – 20 %; картофель – 20 %; ячмень – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; яровая пшеница – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная горохо-овсяная смесь на сидерат – 20 %;

2) озимая рожь – 12,5 %; однолетний райграс на зеленую массу – 12,5 %; ячмень – 12,5 %; овес – 12,5 %; многолетние злаковые травы на сено – 50,0 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная 12,5 %.

Вариант 2. 1) озимое тритикале – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – поукосная горчица белая на сидерат – 20 %;

2) ячмень – 12,5 %; овес – 12,5 %; озимая рожь – 12,5 %; озимая рожь на зеленую массу – 25,0 %; многолетние злаковые травы на сено – 37,5 %. Промежуточные культуры – подсевной райграс однолетний на зеленую массу – 12,5 %; пожнивная редька масличная на сидерат – 12,5 %; поукосная вико-овсяная смесь на зеленую массу – 12,5 %.

Вариант 3. 1) озимая рожь – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; овес – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная горчица белая на сидерат – 20 %;

2) озимая рожь на зеленую массу – 12,5 %; озимое тритикале – 12,5 %; горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 12,5 %; клевер на зеленую массу – 12,5 %; картофель – 12,5 %; кукуруза на силос – 12,5 %; ячмень – 25,0 %. Промежуточные культуры – подсевная сераделла на зеленую массу – 12,5 %; поукосная редька масличная на зеленую массу – 12,5 %.

Вариант 4. 1) люпин на зерно – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; просо – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная пелюшка на сидерат – 20 %;

2) озимая рожь – 12,5 %; ячмень – 12,5 %; многолетние бобово-злаковые травы на сено – 62,5 %; однолетний райграс на зеленую массу – 12,5 %. Промежуточные культуры – пожнивная горчица белая на сидерат – 8,5 %; поживный яровой рапс на сидерат – 4,0 %.

Вариант 5. 1) озимая рожь – 20 %; люпин на зерно – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; овес – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) вико-овсяная смесь на зеленый корм – 12,5 %; ячмень – 18,5 %; озимая рожь – 12,5 %; многолетние злаковые травы на сено – 25,0 %; овес – 6,5 %; кукуруза на силос – 22,5 %; кормовые корнеплоды – 2,5 %. Промежуточные культуры – поукосная редька масличная на зеленую массу – 12,5 %; поживная редька масличная на сидерат – 12,5 %.

Таблица 5. Схема определения правильного размещения культур в полях севооборота на почвах легкого гранулометрического состава (пески, супеси на песках)

Культура	Озимая рожь и тритикале	Озимая пшеница	Ячмень	Яровая пшеница, тритикале	Овес	Гречиха	Люпин	Горох	Вика	Картофель	Лен	Сахарная свекла	Кормовая свекла	Кукуруза	Люпин на корм	Однолетние травы	Клевер, люцерна	Многолетние травы	Викоовсяная, горохоовсяная, люпиноовсяная смеси	Рапс озимый	Рапс яровой
Озимая рожь и тритикале	81	83	86	84	95	92	92	98	98	95	94	–	–	95	100	98	100	92	100	90	90
Озимая пшеница	64	61	62	60	93	94	88	99	99	92	93	–	–	94	100	96	98	78	100	90	80
Ячмень	80	75	66	74	92	91	94	98	98	100	94	87	96	98	98	97	99	80	99	95	90
Яровая пшеница, тритикале	74	73	77	70	92	93	99	100	100	100	90	85	100	99	99	96	97	85	96	95	90
Овес	93	92	93	90	90	92	95	96	96	100	95	87	100	100	100	98	98	95	98	95	90
Гречиха	100	96	98	96	99	90	92	93	93	98	95	95	95	89	100	96	94	95	96	90	90
Люпин	100	95	96	95	98	93	30	58	58	98	95	96	95	98	41	63	40	95	63	90	90
Горох	100	98	99	100	100	100	80	82	80	93	90	93	93	93	80	82	85	95	82	90	95
Вика	100	98	99	100	100	100	80	82	79	93	90	93	93	93	80	82	85	95	82	90	90
Картофель	97	94	92	93	93	95	100	95	95	88	95	87	100	95	95	98	100	98	98	100	95
Лен	97	93	93	95	100	95	95	97	97	97	84	90	95	95	95	93	98	94	93	–	–
Сахарная свекла	100	97	92	92	93	92	100	96	96	95	88	78	83	88	96	96	96	90	96	95	95
Кормовая свекла	100	96	94	92	94	93	98	97	97	97	90	75	87	85	95	95	96	90	95	95	95
Кукуруза	97	95	95	95	96	94	97	97	97	100	93	90	97	95	97	95	96	90	95	95	95
Люпин на корм	100	97	90	91	90	91	60	70	70	95	91	94	93	93	65	72	67	94	72	90	90
Однолетние травы	99	97	95	94	96	95	85	86	70	98	95	93	100	95	86	90	90	98	90	90	90
Клевер, люцерна	88	86	90	88	84	–	–	–	–	–	88	–	–	–	93	100	–	–	100	–	–
Многолетние травы	95	94	95	93	94	–	–	–	–	–	90	–	–	–	98	100	–	–	100	–	–
Викоовсяная, горохоовсяная, люпиноовсяная смеси	98	97	95	94	96	95	85	86	70	98	95	93	100	95	86	90	90	98	90	90	90
Рапс озимый	95	95	90	–	90	–	–	100	100	–	–	–	–	–	100	96	–	–	95	–	–
Рапс яровой	100	100	95	90	90	85	100	100	100	100	85	100	100	95	90	90	100	95	95	–	–

Примечание. Цифры означают процент от потенциального урожая, который может дать культура, размещенная по тому или иному предшественнику.

**Таблица 6. Схема определения правильного размещения культур в полях севооборота
на почвах связного гранулометрического состава**

Культуры	Озимая рожь и тритикале	Озимая пшеница	Ячмень	Яровая пшеница, тритикале	Овес	Гречиха	Люпин	Горох	Вика	Картофель	Лен	Сахарная свекла	Кормовая свекла	Кукуруза	Люпин на корм	Однолетние травы	Клевер, люцерна	Многолетние травы	Викоовсяная, горохоовсяная, люпиноовсяная смеси	Рапс озимый	Рапс яровой
Озимая рожь и тритикале	83	85	88	84	96	92	90	97	97	93	93	–	–	95	100	92	100	93	100	90	90
Озимая пшеница	70	64	66	68	92	94	86	96	96	90	93	–	–	93	100	97	98	78	97	90	80
Ячмень	83	76	70	72	92	92	96	97	97	100	94	86	96	99	100	96	100	82	100	95	90
Яровая пшеница, тритикале	74	72	78	71	93	94	99	100	100	100	90	85	100	100	100	95	98	85	95	95	90
Овес	95	93	95	90	92	95	96	98	98	100	95	87	100	100	100	98	98	95	98	95	90
Гречиха	100	96	95	97	97	91	94	94	94	97	94	95	94	91	97	95	94	96	95	90	90
Люпин	100	97	97	96	97	94	31	62	62	96	95	95	97	97	43	62	42	94	62	90	90
Горох	98	96	98	100	100	96	82	86	82	97	86	88	91	92	83	84	86	95	84	90	95
Вика	98	96	98	100	100	96	82	86	80	79	86	88	91	92	83	84	86	95	84	90	90
Картофель	97	91	92	95	96	95	100	96	96	88	95	87	100	95	95	98	100	98	98	100	95
Лен	100	94	94	98	100	95	95	97	97	96	84	90	95	95	95	92	96	94	92	–	–
Сахарная свекла	96	95	92	92	92	92	100	96	96	95	87	77	83	90	96	98	95	90	98	95	95
Кормовая свекла	100	97	92	92	93	92	99	97	97	98	91	73	71	87	94	94	97	90	94	95	95
Кукуруза	98	96	96	95	97	92	98	98	98	100	95	90	89	96	97	94	97	91	94	95	95
Люпин на корм	100	97	92	93	92	93	59	69	69	94	93	92	92	92	67	71	68	94	71	90	90
Однолетние травы	98	96	94	93	97	96	84	85	69	99	97	92	100	96	85	92	90	98	92	90	90
Клевер, люцерна	94	90	94	90	88	–	–	–	–	–	90	–	–	–	94	100	–	–	100	–	–
Многолетние травы	95	94	95	93	94	–	–	–	–	–	90	–	–	–	98	100	–	–	100	–	–
Викоовсяная, горохоовсяная, люпиноовсяная смеси	98	96	94	93	97	96	84	85	69	99	97	92	100	96	85	92	90	98	92	90	90
Рапс озимый	95	95	90	–	90	–	–	100	100	–	–	–	–	–	100	96	–	–	95	–	–
Рапс яровой	100	100	95	90	90	85	100	100	100	100	85	100	100	95	90	90	100	95	95	–	–

Примечание. Цифры означают процент от потенциального урожая, который может дать культура, размещенная по тому или иному предшественнику.

Вариант 6. 1) озимая рожь – 20 %; кукуруза на силос, ячмень – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; гречиха 20 %. Промежуточная культура – пожнивная горохо-овсяная смесь на сидерат – 20 %;

2) озимая рожь – 12,5 %; ячмень – 6,5 %; овес – 18,5 %; многолетние злаковые травы на сено – 50,0 %; озимая рожь на зеленую массу – 12,5 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 12,5 %.

Вариант 7. 1) люпин на зерно – 20 %; озимая рожь – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; просо – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) озимое тритикале – 11,1 %; вико-овсяная смесь на зеленую массу – 11,1 %; картофель – 22,2 %; ячмень – 11,1 %; клевер на зеленую массу – 11,1 %; овес – 11,1 %; озимая рожь – 22,2 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 11,1 %.

Вариант 8. 1) озимая рожь – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – поукосная горчица белая на сидерат – 20 %;

2) ячмень – 12,5 %; овес – 12,5 %; озимая рожь – 12,5 %; озимая рожь на зеленую массу – 25,0 %; многолетние бобово-злаковые травы на сено – 37,5 %. Промежуточные культуры – пожнивная горчица белая на сидерат – 12,5 %; подсевной райграс однолетний на зеленую массу – 12,5 %.

Вариант 9. 1) озимое тритикале – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; гречиха – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) ячмень – 16,6 %; клевер на зеленую массу – 16,6 %; овес – 16,6 %; озимая рожь на зеленую массу – 16,6 %; кукуруза на зерно – 26,6 %; картофель – 6,6 %. Промежуточные культуры – поукосная вико-овсяная смесь на зеленую массу – 16,6 %; поукосная редька масличная на зеленую массу – 16,6 %; пожнивная горчица белая на сидерат – 16,6 %.

Вариант 10. 1) люпин на зерно – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; овес – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) озимая пшеница – 12,5 %; озимая рожь на зеленую массу – 12,5 %; картофель – 8,5 %; кукуруза на зерно – 4,0 %; ячмень – 25,0 %; клеверо-тимофеечная смесь на сено – 25,0 %; озимое тритикале – 8,5 %; овес – 4,0 %. Промежуточные культуры – поукосная вико-овсяная смесь на зеленую массу – 12,5 %; пожнивная редька масличная на сидерат – 12,5 %.

Вариант 11. 1) озимая рожь – 40 %; люпин на зерно – 20 %; картофель – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная пелюшка на сидерат – 20 %;

2) озимая рожь – 12,5 %; ячмень – 6,0 %; овес – 6,5 %; вико-овсяная смесь на зеленый корм – 12,5 %; райграс однолетний на зеленый корм – 12,5 %; многолетние злаковые травы на сено – 50,0 %. Промежуточная культура – пожнивная горчица белая на сидерат – 12,5 %.

Вариант 12. 1) озимая рожь – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; просо – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная горчица белая на сидерат – 20 %;

2) озимая пшеница – 12,5 %; озимое тритикале – 12,5 %; ячмень – 25,0 %; кукуруза на зерно – 12,5 %; горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 12,5 %; клевер на зеленую массу – 12,5 %; картофель – 12,5 %. Промежуточные культуры – пожнивная редька масличная на сидерат – 12,5 %; пожнивная горчица белая на зеленую массу – 12,5 %.

Вариант 13. 1) люпин на зерно – 20 %; озимое тритикале – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; ячмень – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) озимая пшеница – 11,1 %; горохо-овсяная смесь на зеленый корм – 11,1 %; кукуруза на зерно – 11,1 %; ячмень – 22,2 %; картофель – 11,1 %; озимое тритикале – 11,1 %; клевер на зеленую массу – 11,1 %; яровая пшеница – 11,1 %. Промежуточные культуры – пожнивная редька масличная на сидерат – 11,1 %; пожнивная горчица белая на зеленую массу – 11,1 %.

Вариант 14. 1) озимая рожь – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – поукосная горчица белая на сидерат – 20 %;

2) озимая рожь – 12,5 %; озимое тритикале – 12,5 %; горохо-овсяная смесь на зеленый корм – 12,5 %; ячмень – 12,5 %; овес – 12,5 %; многолетние бобово-злаковые травы на сено – 25,0 %; картофель – 12,5 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 12,5 %.

Вариант 15. 1) озимое тритикале – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; просо – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) ячмень – 16,6 %; овес – 7,0 %; гречиха – 9,6 %; картофель – 9,6 %; кормовые корнеплоды – 7,0 %; кукуруза на зерно – 16,6 %; клевер на зеленую массу – 16,6 %; озимая рожь на зеленый корм – 16,6 %. Промежуточная культура – поукосная вико-овсяная смесь на зеленый корм – 16,6 %.

Вариант 16. 1) люпин на зерно – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; озимая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; овес – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) озимое тритикале – 11,1 %; ячмень – 22,2 %; многолетние бобово-злаковые травы на сено – 22,2 %; овес – 6,1 %; гречиха – 5,0 %; вико-овсяная смесь на зеленую массу – 11,1 %; кукуруза на зерно – 11,1 %; картофель – 11,1 %. Промежуточные культуры – пожнивная редька масличная на сидерат – 11,1 %; пожнивная горчица белая на зеленую массу – 11,1 %.

Вариант 17. 1) озимое тритикале – 20 %; люпин на зерно – 20 %; картофель – 20 %; озимая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; овес – 20 %. Промежуточная культура – поукосная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) кукуруза на зерно – 28,6 %; озимая рожь – 14,3 %; озимая рожь на зеленую массу – 14,3 %; ячмень – 14,3 %; вико-овсяная смесь на зеленую массу – 14,3 %; овес – 10,0 %; ячмень – 4,3 %. Промежуточные культуры – поукосная люпино-овсяная смесь на зеленую массу – 14,3 %; поукосная редька масличная на сидерат – 14,3 %; пожнивная горчица белая на сидерат – 14,3 %.

Вариант 18. 1) озимая рожь – 20 %; озимая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; просо – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная горчица белая на сидерат – 20 %;

2) вико-овсяная смесь на зеленую массу – 12,5 %; озимое тритикале – 6,0 %; озимая пшеница – 12,5 %; овес – 6,0 %; ячмень – 19,0 %; гречиха – 6,5 %; многолетние бобово-злаковые травы на сено – 25,0 %; картофель – 6,5 %; кормовые корнеплоды – 6,0 %. Промежуточная культура – пожнивная горчица белая на сидерат – 12,5 %.

Вариант 19. 1) люпин на зерно – 20 %; яровое тритикале – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; гречиха – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная пелюшка на сидерат – 20 %;

2) гречиха – 16,6 %; овес – 11,2 %; озимая рожь – 16,6 %; ячмень – 5,4 %; картофель – 16,6 %; кукуруза на зерно – 16,6 %; люпин на зеленую массу – 16,6 %. Промежуточные культуры – подсевная сераделла на зеленую массу – 16,6 %; поукосная горчица белая на сидерат – 16,6 %.

Вариант 20. 1) озимое тритикале – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – поукосная горчица белая на сидерат – 20 %;

2) ячмень – 25,0 %; озимая рожь – 12,5 %; однолетний райграс на зеленую массу – 12,5 %; вико-овсяная смесь на зеленый корм – 12,5 %; многолетние злаковые травы на сено – 37,5 %. Промежуточные культуры –

пожнивная редька масличная на сидерат – 12,5 %; поукосная горчица белая на зеленую массу – 12,5 %.

Вариант 21. 1) озимая рожь – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; просо – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) озимая пшеница – 12,5 %; озимая рожь на зеленую массу – 12,5 %; картофель – 12,5 %; многолетние злаковые травы на сено – 25,0 %; ячмень – 25,0 %; озимая рожь – 8,5 %; овес – 4,0 %. Промежуточные культуры – поукосная вико-овсяная смесь на зеленую массу – 12,5 %; пожнивная редька масличная на сидерат – 12,5 %.

Вариант 22. 1) люпин на зерно – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; овес – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) озимая рожь – 14,3 %; озимая рожь на зеленую массу – 14,3 %; картофель – 7,0 %; ячмень – 7,0 %; кукуруза на зерно – 21,6 %; овес – 21,6 %; горохо-овсяная смесь на зеленый корм – 14,3 %. Промежуточная культура – поукосная горохо-овсяная смесь на сидерат – 14,3 %.

Вариант 23. 1) озимое тритикале – 20 %; люпин на зерно – 20 %; картофель – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная пелюшка на сидерат – 20 %;

2) озимая рожь – 12,5 %; озимая рожь на зеленую массу – 12,5 %; клевер на зеленую массу – 25,0 %; ячмень – 18,5 %; яровая пшеница – 6,5 %; озимая пшеница – 12,5 %; картофель – 12,5 %. Промежуточные культуры – поукосная вико-овсяная смесь на зеленый корм – 12,5 %; пожнивная редька масличная на сидерат – 12,5 %.

Вариант 24. 1) озимая рожь – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; ячмень – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; просо – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная горчица белая на сидерат – 20 %;

2) горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 22,2 %; озимая рожь – 17,1 %; многолетние злаковые травы на сено – 22,2 %; ячмень – 16,1 %; клевер на зеленую массу – 11,1 %; овес – 11,1 %. Промежуточные культуры – пожнивная редька масличная на сидерат – 11,1 %; поукосная горчица белая на зеленую массу – 11,1 %.

Вариант 25. 1) люпин на зерно – 20 %; яровая пшеница – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; ячмень – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) озимое тритикале – 18,5 %; ячмень – 25,0 %; горох – 6,5 %; овес – 12,5 %; вико-овсяная смесь на зеленую массу – 12,5 %; клеверо-тимофеечная смесь на сено – 25,0 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 12,5 %.

Вариант 26. 1) озимое тритикале – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – поукосная горчица белая на сидерат – 20 %;

2) озимое тритикале – 11,1 %; горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 11,1 %; озимая рожь – 11,1 %; картофель – 11,1 %; многолетние бобово-злаковые травы на сено – 22,2 %; кукуруза на зерно – 11,1 %; ячмень – 11,1 %; овес – 11,1 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 11,1 %.

Вариант 27. 1) озимая рожь – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; просо – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) ячмень – 22,2 %; клеверо-тимофеечная смесь на сено – 22,2 %; вико-овсяная смесь на зеленую массу – 11,1 %; озимая рожь – 11,1 %; кукуруза на зерно – 11,1 %; клевер на зеленую массу – 11,1 %; овес – 11,1 %. Промежуточные культуры – подсевной райграс однолетний на зеленую массу – 11,1 %; пожнивная редька масличная на сидерат – 11,1 %.

Вариант 28. 1) люпин на зерно – 20 %; кукуруза на силос – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; просо – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) ячмень – 12,5 %; многолетние бобово-злаковые травы на сено – 37,5 %; озимая рожь на зеленую массу – 12,5 %; овес – 12,5 %; вико-овсяная смесь на зеленую массу – 12,5 %. Промежуточные культуры – подсевной райграс однолетний на зеленую массу – 12,5 %; пожнивная горчица белая на сидерат – 12,5 %.

Вариант 29. 1) озимое тритикале – 20 %; люпин на зеленую массу – 20 %; картофель – 20 %; яровая пшеница – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %. Промежуточная культура – поукосная редька масличная на сидерат – 20 %;

2) озимая пшеница – 14,3 %; горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 14,3 %; картофель – 10,3 %; кукуруза на зерно – 4,0 %; озимое тритикале – 14,3 %; клевер на зеленую массу – 14,3 %; овес – 14,3 %; ячмень – 14,3 %. Промежуточная культура – пожнивная редька масличная на сидерат – 14,3 %.

Вариант 30. 1) озимая рожь – 20 %; просо – 20 %; ячмень – 20 %; клевер на зеленую массу – 20 %; кукуруза на силос – 20 %. Промежуточная культура – пожнивная горчица белая на сидерат – 20 %;

2) многолетние бобово-злаковые травы на сено – 42,9 %; озимая рожь на зеленую массу – 14,3 %; ячмень – 14,3 %; озимая рожь – 14,3 %; вико-овсяная смесь на зеленую массу – 14,3 %. Промежуточные культуры –

подсевной райграс однолетний на зеленую массу – 14,3 %; пожнивная редька масличная на сидерат – 14,3 %.

Тема 2. Защита растений в биологическом земледелии

Цель задания: научиться разрабатывать мероприятия по защите сельскохозяйственных культур в биологическом земледелии.

Задачи:

- подобрать препараты для биологической защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей;
- составить схему органо-биологической защиты культур в севообороте.

Методические указания. Методы подавления вредных организмов в биологическом земледелии растений разнообразны: организационно-хозяйственные, агротехнические, биологические, селекционные и др.

Для подавления тех или иных вредных организмов, как правило, рекомендуется комплекс мероприятий, в котором все применяемые методы должны быть тесно увязаны между собой и дополнять друг друга. На практике в последние 20–30 лет на первое место вышел химический метод подавления вредных организмов, что объясняется его эффективностью, практической доступностью и простотой. Это стало причиной резкого увеличения количества применяемых пестицидов. Имеет место недооценка агротехнического и биологического методов борьбы, и пока они недостаточно широко применяются.

Ухудшение фитосанитарного состояния посевов обусловлено следующими основными причинами:

- переход к севооборотам с короткой ротацией, повторным посевам усиливает их засоренность, пораженность вредителями и болезнями;
- специализация и концентрация посевов, как правило, ухудшает их фитосанитарное состояние;
- загущение посевов увеличивает полегание, поражение мучнистой росой и др.;
- вегетативное размножение (картофель, земляника, плодовые) усиливает распространение вирусных болезней;
- генетическая однородность современных сортов и гибридов способствует массовому поражению болезнетворной инфекцией;
- диким видам флоры и фауны присуща высокая адаптивная способность образовывать устойчивые к стрессам, в том числе к пестицидам, экотипы, расы, штаммы;
- естественный отбор вредных организмов более устойчивых к применяемым пестицидам. Для их уничтожения приходится увеличивать дозу или же применять более токсичный препарат;

– инсектициды, уничтожая вредителей сельскохозяйственных культур (фитофагов), губят и их хищников, которые питались вредителями. Гибель же хищников приводит к быстрому восстановлению плотности популяции фитофага.

Известно, что использование химических средств защиты растений имеет отрицательные последствия их применения. Большая часть применяемых пестицидов попадают на объекты, не являющиеся целью их обработки (почва, почвенные организмы, вода, воздух, растения, животные). Это обуславливает широкий спектр негативных последствий, который можно разделить на три группы:

- 1) загрязнение окружающей среды;
- 2) нарушение популяций насекомых;
- 3) появление проблем со здоровьем населения.

Загрязнение окружающей среды вследствие применения пестицидов очень негативно сказывается на экологическом состоянии водоемов. Установлено, что от 30 до 70 % применяемых пестицидов попадают в водоемы.

Негативные последствия применения пестицидов для сельского хозяйства тоже велики. В любом посеве подавляемые вредные виды организмов составляют доли процента от общего их числа в агроценозе, а инсектицидами обрабатывают не только этих вредителей, а экосистему в целом. При этом поражаются как вредные, так и полезные виды, имеющиеся в экосистеме.

Многочисленные последствия показывают прямую зависимость заболеваемости населения от пестицидной нагрузки. Любое увеличение пестицидной нагрузки приводит к повышению частоты самых различных патологий и достоверному увеличению заболеваемости населения.

Последствия отрицательного влияния пестицидов на окружающую среду и здоровье человека обусловлены недооценкой экологического вреда от широкого (порой излишнего) использования пестицидов и крайне слабым применением других альтернативных методов защиты (биологических, агротехнических и др.), учитывающих взаимосвязь организмов в экосистеме, а также их зависимость от абиотических факторов среды.

Средства против вредителей и болезней, рекомендованные в экологическом земледелии.

1. Можно использовать без ограничения:

а) против вредителей растений:

- биодинамические препараты, полученные из инсекцидальных растений (хвоща, полыни горькой, тысячелистника и др.);
- различные механические ловушки;
- феромоны;

б) для защиты растений от болезней:

- силикаты, жидкое мыло, биодинамические препараты;
- эффективные микроорганизмы «Восток ЭМ-1» и «Байкал ЭМ-1».

2. Средства защиты с разрешения комиссии по сертификации:

а) против вредителей сельскохозяйственных растений:

- энтомофаги – паразиты и хищники насекомых;
- акарифаги – хищники клещей;
- грибные и бактериальные препараты;

б) для защиты растений от болезней:

- соли меди – до 4 кг меди на 1 га в год.

Парафиновые и минеральные масла применяются в качестве фунгицида, инсектицида, акарицида:

- сера используется в качестве фунгицида и акарицида.

Оптимизация химического метода защиты в традиционном земледелии возможна по нескольким направлениям:

1. Использование узкоселективных препаратов. Преимущество должны получать пестициды избирательного действия, которые обладают высокой эффективностью против ограниченного числа видов, не влияют или оказывают минимальное отрицательное воздействие на полезную фауну.

2. Препаративная форма пестицидов. Безопасность полезных энтомофагов, применяемых против вредителей, во многом зависит от формы препарата. Так, пестициды, покрытые полимерной пленкой, проявляют свою токсичность исключительно после того, как будут использованы насекомым-фитофагом, и они совершенно безвредны для энтомофагов. Не причиняют ущерб полезной фауне препараты в гранулированной форме, когда их вносят в почву. Пчелы и паразитические насекомые с ними не контактируют и полностью сохраняются.

3. Способ обработки. Авиационное опрыскивание опаснее наземного. При любом опрыскивании необходимо стремиться обрабатывать посевы в безветренную умеренно теплую погоду (лучше в вечерние, ночные и утренние часы).

4. Отказ от сплошных обработок, которые, к сожалению, пока еще широко применяются, хотя равномерное распространение вредителей по всему полю – это редкое явление. Поэтому шаблонная обработка всего поля означает, что значительные площади опрыскиваются ядом напрасно. При этом возрастают затраты, загрязняется среда, происходит массовая гибель полезных насекомых. Идеальной могла быть система обработки лишь тех участков, где сосредоточена основная масса вредителей. Одним из основных способов является переход на ленточные или полосные обработки. Особенно эффективен этот прием на многолетних культурах и в садах.

5. Сроки и время обработок. Сигналом для начала химических обработок должен служить не только показатель плотности с учетом популяции вредителя, а прежде всего – соотношение численности

вредителя и его энтомофагов. Например, некоторые садоводы начинают обрабатывать яблоневые сады акарицидами при плотности популяции клеща *Panonychus submi* в количестве одной особи на листе. В случаях же когда при такой плотности клеща будет присутствовать семь особей энтомофага *Typhlodromus* на листе, обработка отменяется. Она может быть назначена, когда плотность вредителя достигнет двух особей на лист при неизменившейся плотности энтомофага.

6. Учет биологии развития насекомых необходим для успешной борьбы с ними. Применение пестицидов должно соответствовать времени наибольшей чувствительности вредителя к ним. Обычно наибольший эффект достигается при обработке открыто живущих личинок или гусениц младших возрастов.

Задание 2

Для составленного севооборота из задания 1 (первый севооборот) необходимо разработать мероприятия по системе защиты растений от вредителей и болезней на основании подбора биопрепаратов, разрешенных к применению на территории Беларуси (табл. 7).

Таблица 7. Биопрепараты, разрешенные к применению на территории Беларуси

Торговое название, препаративная форма, действующее вещество, фирма	Норма расхода препарата	Культура	Вредный организм, заболевание	Способ, время обработки, ограничения
АГАТ-25 К, ТПС (3-индолилуксусная кислота, 18 мг/кг; α-аланин, 60 мг/кг; α-глутаминовая кислота, 70 мг/кг), ООО «БИО БЭК», Россия	55 г/т	Пшеница и рожь озимые	Корневая гниль, спорынья	Последовательные обработки: – предпосевная обработка семян; – опрыскивание в фазу кущения (весной)
	30 г/га			
	55 г/т	Тритикале озимое	Корневая гниль, снежная плесень (при депрессивном развитии)	Последовательные обработки: – предпосевная обработка семян; – опрыскивание в фазу кущения (весной)
	30 г/га			
	55 г/т	Ячмень и пшеница яровые, овес	Корневая гниль	Последовательные обработки: – предпосевная обработка семян; – опрыскивание в период появления флаг-листа ячменя, в фазу трубкования
	30 г/га			

				– появления флаг-листа пшеницы и выметывания метелки овса
	60 г/т	Лен-долгунец	Антракноз и плесневение семян	Обработка семян (за 1–3 дня до посева). Расход рабочей жидкости – 5–10 л/т
	70 г/т	Горох	Плесневение семян, аскохитоз, альтернариоз, мучнистая роса	Последовательные обработки: – обработка семян за 2 дня до посева. Расход рабочей жидкости – 10 л/т; – опрыскивание посевов в фазу бутонизации. Расход рабочей жидкости – 300 л/га
	40 г/га			
Биопестицид «БЕТАПРОТЕКТИН», Ж, титр жизнеспособных спор не менее 1 млрд/мл (Bacillus amyloliquefaciens subsp. plantarum БИМ В-439 Д), ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»; УО «Гродненский государственный аграрный университет», Беларусь	1 л/га	Свекла сахарная	Гниль корнеплодов в период вегетации	Опрыскивание посевов в фазу 2–4 настоящих листьев. Расход рабочей жидкости – 200–300 л/га
	0,5 л/т		Кагатная гниль	Обработка корнеплодов при закладке на хранение в кагаты. Расход рабочей жидкости – 3 л/т
	0,5 л/т			Последовательные обработки корнеплодов: – при уборке; – при закладке на хранение в кагаты. Расход рабочей жидкости – 3 л/т
	1 л/га	Свекла столовая	Гниль корнеплодов	Последовательные обработки: – опрыскивание посевов в фазу 2–4 настоящих листьев; – опрыскивание в фазу смыкания растений в рядах; – обработка после
	1 л/га			
	0,5 л/т			

				уборки корнеплодов перед закладкой на хранение. Расход рабочей жидкости при опрыскивании в период вегетации – 300 л/га, при закладке корнеплодов на хранение – 5 л/т
	50 л/га	Огурец защищенного грунта	Корневая гниль	Последовательные поливы 2%-ной рабочей жидкостью. Первый полив после высадки растений в теплицу на постоянное место – профилактически, последующие поливы с интервалом 2–3 недели. Расход рабочей жидкости – 100 мл/растение
	65 л/га	Томат защищенного грунта	Корневая и прикорневая гниль	Последовательные поливы 2%-ной рабочей жидкостью. Первый полив в период активного плодоношения – профилактически, последующие поливы с интервалом 2–3 недели. Расход рабочей жидкости – 250 мл/растение
Биопестицид «ЭКОСАД», Ж, титр спор не менее 0,1 млрд/г (Bacillus amyloliquefaciens БИМ В-858Д), ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», Беларусь (П-3)	50 л/га	Яблоня	Плодовая гниль, гниль плодов при хранении	Последовательное опрыскивание деревьев 5%-ной рабочей жидкостью за 14, 7 и 3 дня до уборки плодов
Биопестицид «ЭКОСАД», П, титр спор не менее 1 млрд/г (Bacillus amyloliquefaciens БИМ В-858Д),	5 кг/га	Яблоня	Плодовая гниль, гниль плодов при хранении	Последовательное опрыскивание деревьев 0,5%-ной рабочей жидкостью за 14, 7 и 3 дня до

ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», Беларусь (П-3)				уборки плодов
ПРОФИБАКТ - ФИТО, Ж, титр 10^9 клеток/мл (<i>Bacillus</i> <i>sp.</i> BB58-3 и <i>Pseudomonas</i> <i>aurantiaca</i> B-162/255 17 (КМБУ 255), ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», Беларусь	1–2 мл/ 100 мл воды/ 1 л поч- восуб- страта	Огурец защи- щенного грунта (почвогрунт)	Корневая гниль	Последовательные обработки: – полив почвосубстрата в кассетах 1–2%-ной рабочей жидкостью перед высевом семян;
	2,5 мл/ 250 мл воды/ растение			– полив 1%-ной рабочей жидкостью через 3–4 дня после высадки растений в теплицу, повторно – через 15–20 дней; – опрыскивание 0,2%-ной рабочей жидкостью при появлении первых симптомов болезни, повторно – через 7– 10 дней. Расход рабочей жидкости – 1500- 2000 л/га
	3–4 л/га			
	2,5 мл/ 250 мл воды/ растение	Огурец защи- щенного грунта (минеральна я вата)	Корневая гниль	Последовательные обработки: – полив 1%-ной рабочей жидкостью через 3–4 дня после высадки растений в теплицу, повторно – через 15–20 дней; – опрыскивание 0,2%-ной рабочей жидкостью при появлении первых симптомов болезни, повторно – через 7– 10 дней. Расход рабочей жидкости – 1500– 2000 л/га
	3–4 л/га			
	2,5 мл/ 250 мл воды/ растение	Томат защи- щенного грунта (минеральна я вата)	Корневая и прикорневая гниль	Последовательные обработки: – полив 1%-ной рабочей жидкостью рассады через 3–4

	4 л/га			дня после установки ее в теплицу, повторный полив – через 15–20 дней; – опрыскивание 0,2%-ной рабочей жидкостью при появлении первых симптомов болезни, повторно – через 7–10 дней. Расход рабочей жидкости – 2000 л/га
БАКТОГЕН, к. с., тип 10^9 клеток/мл (<i>Bacillus subtilis</i>) Белорусский государственный университет, Беларусь	0,06 л/кг семян	Капуста	Фитопатогенный комплекс возбудителей болезней Сосудистый и слизистый бактериозы Альтернариоз, сосудистый и слизистый бактериозы	Последовательные обработки: – замачивание семян в 3%-ной рабочей жидкости перед посевом в течение 24 ч при 18–20 °С, расход рабочей жидкости – 2 л/кг семян; – обработка корневой системы рассады в составе «болтушки» из глины и коровяка (1:2,5) перед высадкой в поле; – опрыскивание 1%-ной рабочей жидкостью в фазу образования розетки и в фазу формирования кочана. Расход рабочей жидкости – 300–400 л/га
	1 л на 100 л «болтушки»			
	3–4 л/га			
	1 л/кг семян	Томат защищенного грунта	Бактериозы Черная ножка Серая гниль, кладоспориоз, мучнистая роса	Последовательные обработки: – замачивание семян в течение 48 ч (без разведения препарата); – полив рассады 1%-ной рабочей жидкостью
	1 мл/100 мл воды/растение			

	4–6 л/га			жидкостью в фазу семядольных листьев и через 3 дня после пикировки; – опрыскивание 1%- ной рабочей жидкостью при появлении первых признаков болезни с интервалом 15 дней. Расход рабочей жидкости – 400– 600 л/га
	1 л/кг семян	Огурец защищенног о грунта	Аскохитоз, пероноспоро з Корневая гниль Аскохитоз, пероноспоро з, мучнистая роса	Последовательные об- работки: – замачивание семян в 50%-ной рабочей жидкости в течение 24 ч;
	1 мл/ 100 мл воды/ растение			– поливы рассады 1 %-ной рабочей жидкостью в фазу семядольных листьев и через 3 дня после пикировки; – опрыскивание 1%- ной рабочей жидкостью при появлении первых признаков болезни с интервалом 15 дней. Расход рабочей жидкости – 400– 600 л/га
	4–6 л/га			
БАКТОФИТ СК, БА – 10 000 ЕД/мл, титр не менее 2,0 млрд. спор/мл (Bacillus subtilis, штамм ИПМ-215), ООО ПО «Сиббио- фарм», Россия (П-З)	3 л/т	Ячмень яровой	Корневая гниль, гельминтосп о- риоз	Последовательные обработки: – предпосевная обработка семян за 1–5 сут. Расход рабочей жидкости – 10 л/т; – опрыскивание в пе- риод вегетации в фазу выхода в трубку. Расход
	2 л/га			

				рабочей жидкости – 200–300 л/га
	2–5 л/га	Картофель	Фитофтороз	Опрыскивание в период вегетации. Расход рабочей жидкости – 200–300 л/га
	0,2 мл/ 100 мл воды/ растение	Огурец защищенного грунта	Корневая гниль, пероноспороз, мучнистая роса	Последовательные обработки: – полив при высадке рассады, повторные – через 2–3 недели; – опрыскивание 1%-ной рабочей жидкостью при появлении первых симптомов болезни, повторные – с интервалом 7–12 дней. Расход рабочей жидкости – 1500–2000 л/га
	15–20 л/га			
Биопестицид «БАКТАБЕН», Ж, титр спор не менее 0,1 млрд/г (Bacillus subtilis БИМ В-760Д), ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», Беларусь (П-3)	3 л/т	Овес	Корневая гниль, красно-бурая пятнистость	Последовательные обработки: – предпосевная обработка семян за 1–3 сут. Расход рабочей жидкости – 10 л/т; – опрыскивание растений в фазу появления флагового листа. Расход рабочей жидкости – 300 л/га
	4–6 л/га			
Биопестицид «БАКТОСОЛ», Ж, титр не менее 0,1 млрд. спор/см ³ (споры и продукты метаболизма бактерий Bacillus subtilis БИМ В-732 Д), ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», Беларусь	1 л/т	Картофель	Ризоктониоз	Предпосевная обработка клубней. Расход рабочей жидкости – 10 л/т
	6 л/га		Фитофтороз, альтернариоз	Первое профилактическое опрыскивание 2%-ной рабочей жидкостью в фазу «смыкания ботвы в рядках», последующие обработки с интервалом 7–

				10 дней. Расход рабочей жидкости – 300 л/га
	0,5 л/т		Сухая фузариозная, мокрая бактериальная и раневая водянистая гниль	Обработка клубней перед закладкой на хранение. Расход рабочей жидкости – 5 л/т
Биопестицид «ФРУТИН», Ж, титр жизнеспособных спор 5–8 млрд/мл (<i>Bacillus subtilis</i> БИМ В-262), ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»; РУП «Институт защиты растений», Беларусь	20 л/га	Яблоня	Парша	Опрыскивание в системе защиты яблони от болезней 5%-ной суспензией препарата
		Плодовые	Европейский и бактериальный рак	Дезинфекция раковых ран в период остановки сокодвижения 10%-ной суспензией препарата с последующим нанесением лечебной замазки (глина + коровяк, 1:1)
Биопестицид «КАРФИЛ», Ж, титр КОЕ не менее 1 млрд/см ³ (<i>Bacillus subtilis</i> БИМ В-859Д), ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси»; ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси», Беларусь	10 мл на 1 л воды	Картофель	Повышение иммунитета к вирусной инфекции	Последовательное опрыскивание растений картофеля 1%-ной рабочей жидкостью в период вегетации: – при пересадке в нестерильные условия для получения рассады. Расход рабочей жидкости – 1 л на 1000 растений; – через 3 недели после посадки рассады при высоте главного побега 15–17 см. Расход рабочей жидкости – 3 л на 1000 растений; – в начале цветения. Расход рабочей жидкости – 5 л на

				1000 растений
ФИТОСПОРИН-М, Ж, (Bacillus subtilis, штамм 26 Д), титр не менее 1 млрд. живых клеток и спор/мл, ООО «Научно-вне- дренческое предприятие «БашИнком», Россия (П-З)	1 л/т	Картофель	Ризоктониоз	Обработка клубней перед посадкой. Расход рабочей жидкости – 10 л/т
	1 л/т	То же	Сухая фузариозная гниль	Обработка клубней перед закладкой на хранение. Расход рабочей жидкости – до 2 л/т
	0,5 л/т 0,75 л/т	Свекла сахарная	Кагатная гниль	Опрыскивание корнеплодов перед закладкой на хранение. Расход рабочей жидкости – 2 л/т
Биопестицид «КСАНТРЕЛ», Ж, титр жизнеспособных спор 0,1 млрд/см ³ (спорово- кристаллический комплекс и экзотоксин бактерий <i>Bacillus thuringiensis</i>	6 л/га	Картофель	Колорадский жук (личинки 1– 2-го возраста)	Опрыскивание 2%- ной рабочей жидкостью в период вегетации
БИМ В-711 Д, споры и продукты метаболизма бактерий <i>Bacillus subtilis</i> БИМ В-712 Д), ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», Беларусь	6 л/га	То же	Фитофторо з	Опрыскивание 2%- ной рабочей жидкостью: первая обработка про- филактическая, по- следующие – по мере развития болезни
	6 л/га	Капуста	Листогрызу щие вредители	Опрыскивание 2%- ной рабочей жидкостью в период вегетации
	6 л/га	То же	Альтернарио з, фомоз	Опрыскивание 2%- ной рабочей жидкостью при появлении первых симптомов болезней
БАЦИТУРИН, Ж титр не менее 4 млрд. жизнеспособных спор/г (спорово-кристаллический комплекс и экзотоксин <i>Bacillus thuringiensis</i> , var. <i>darmsstadensis</i> , штамм № 24- 91), РУП «Институт защиты растений», Беларусь; ГНУ «Институт микробиологии	3 л/га	Картофель	Колорадский жук (личинки 1– 2-го возраста)	Опрыскивание в период массового отрождения личинок. 2 обработки с интервалом 7–8 дней против каждого поколения вредителя. Расход рабочей жидкости

НАН Беларуси», Беларусь				–300 л/га
	3 л/га	Морковь	Морковная листоблош ка	Опрыскивание в период вегетации. 2 обработки с интервалом 10 дней. Расход рабочей жидкости – 300 л/га
	3 л/га	Капуста	Капустная и репная белянки, капустная моль	Опрыскивание в период вегетации против каждого поколения вредителя. Расход рабочей жидкости – 300 л/га
	12–30 л/га	Огурец защи- щенного грунта	Паутинный клев	Опрыскивание в период вегетации 1–2%-ной рабочей жидкостью с интервалом 5–8 дней
	6–30 л/га	Томат открытого и защищенного грунта	Томатная минирующая моль	Множественное опрыскивание в период вегетации 2%-ной рабочей жидкостью с интервалом 5–7 дней
БАКТОЦИД Ж, титр 8–10 млрд. спор/г (споровокристаллический комплекс <i>Bacillus thuringiensis</i> , var. <i>kurstaki</i> 16- 91), РУП «Институт за- щиты растений», Беларусь	5 л/га	Смородина черная	Желтый черно- смородинны й пилильщик (ложногусен ицы 1– 3-го возраста)	Первое опрыскивание сразу после цветения культуры, второе – по мере появления вредителя. Расход рабочей жидкости – 400 л/га
ЛЕПИДОЦИД П, БА-3000 ЕА/мг (спорово- кристаллический комплекс <i>Bacillus thuringiensis</i> , var <i>kurstaki</i>), ООО ПО «Сиббио- фарм», Россия (П-3)	0,7 кг/га	Картофель	Картофельн ая моль	Погружение клубней перед закладкой на хранение в 1%-ную суспензию препарата (100 л на 1,5 т клубней)
	0,6–1 кг/га	Свекла сахарная, кормовая и столовая, люцерна, подсол- нечник, мор- ковь,	Луговой мотылек (гусеницы 1– 3- го возраста)	Опрыскивание в пе- риод вегетации. 1–2 обработки через 7–8 дней против каждого поколения вредителя

		капуста		
	0,5–1 кг/га	Капуста и другие овощные	Капустная моль, капустная и репная белянки, огневки (гусеницы 1–2-го возраста)	
	1,5–2 кг/га		Капустная совка (гусеницы 1–2-го возраста)	Опрыскивание в период вегетации. 2 обработки через 7–8 дней против каждого поколения вредителя
	2–3 кг/га	Яблоня	Яблонная плодожорка	Опрыскивание в период массового отрождения гусениц. 2–3 обработки через 10–14 дней против каждого поколения вредителя
	0,5–1 кг/га	Яблоня, груша, черешня, вишня, слива	Яблонная и плодовые моли (гусеницы 1–3-го возраста)	Опрыскивание в период вегетации. 1–2 обработки через 7–8 дней против каждого поколения вредителя
	1–1,5 кг/га	Яблоня, груша, черешня, вишня, слива и древесные насаждения	Листовертки и весенней группы, пяденицы, златогузка, шелкопряды, американская белая бабочка (гусеницы 1–3-го возраста)	Опрыскивание в период вегетации. 1–2 обработки через 7–8 дней против каждого поколения вредителя
	1–1,5 кг/га	Смородина, малина, крыжовник, черноплодная рябина, земляника	Крыжовниковая огневка, листовертки (гусеницы 1–3-го возраста)	Опрыскивание в период вегетации. 1–2 обработки через 7–8 дней против каждого поколения вредителя

БИТОКСИБА- ЦИЛИН, П, БА не менее 1500 ЕА/мг, содержание экзотоксина 0,6– 1,0 % (спорово-кристалли- ческий комплекс и экзотоксин <i>Bacillus thuringiensis</i> , var <i>thuringiensis</i>), ООО ПО «Сиббио- фарм», Россия (П-З)	2–5 кг/га	Картофель	Колорадский жук	Опрыскивание в период массового отрождения личинки. 2–3 обработки через 6–8 дней против каждого поколения вредителя
	2 кг/га	Свекла сахарная	Матовый мертвояд	Опрыскивание в период массового отрождения личинки, при численности не более 2 экземпляров на 1 м ² . 1–2 обработки с ин- тервалом 7–10 дней
	2 кг/га	Свекла сахарная и столовая, подсолнечни- к, морковь, капуста, люцерна	Луговой мотылек (гусеницы 1– 3- го возраста)	Опрыскивание в пе- риод вегетации, 1–2 обработки через 7–8 дней против каждого поколения вредителя
	2,5–3 кг/га	Люцерна	Люцерновый клоп (личинки 3–4-го возраста)	Опрыскивание в период цветения. 1– 2 обработки через 10 дней
	5 кг/га		Люцерновая совка (гусеницы младших возрастов)	Опрыскивание в период вегетации. 2 обработки через 10 дней
	5 кг/га		Пяденицы (гусеницы младших возрастов)	Опрыскивание в период вегетации
	2 кг/га	Капуста и другие овоц- ные	Капустная совка (гусеницы 1– 2- го возраста)	Опрыскивание в пе- риод вегетации. 1–3 обработки через 7–8 дней против каждого поколения вредителя
	1–1,5 кг/га		Капустная и репная белянки, капустная моль, огневки (гусеницы 1–	

			2-го возраста	
	2–5 кг/га	Томат	Колорадский жук	Опрыскивание в период массового отрождения личинок. 2–3 обработки через 6–8 дней против каждого поколения вредителя
	21–30 кг/га	Огурец защи- щенного грунта	Паутинный клещ	Опрыскивание в период вегетации, многократно через 15–17 дней 0,7–1%- ной рабочей жидкостью
	2–3 кг/га	Яблоня, груша, вишня, черешня, древесные насаждения	Яблонная и плодовые моли, боярышница (гусеницы 1– 3-го возраста)	Опрыскивание в пе- риод вегетации. 2–3 обработки через 7–8 дней против каждого поколения вредителя
	3–5 кг/га		Листовертка и, шелкопряды, пяденицы, златогузка (гусеницы 1– 3-го возраста)	
БОВЕРИН ЗЕРНОВОЙ-БЛ, сыпучая масса, титр не менее 5 млрд. жизнеспособных спор/г (Beauveria bassiana (Ball) Vuill. 10E-79), РУП «Институт защиты растений», Беларусь	4 кг/га	Картофель	Колорадский жук (личинки 1– 2- го возраста)	Опрыскивание в период массового отрождения личинок с интер- валом 6–8 дней
	24 кг/га	Огурец защи- щенного грунта	Белокрылка тепличная (личинки), трипс табачный	Опрыскивание по очагам вредителей, последующие обработки – с интервалами 5–10 дней
Препарат «МЕЛОBASS», пс., титр не менее 6 млрд. спор/г (Beauveria bassiana (Bals) Vuill, штамм 10-06), РУП «Институт защиты растений», Беларусь	3 кг/га	Картофель	Колорадский жук	Опрыскивание в период массового отрождения личинок 1–2-го возраста. 2 обработки с интервалом 6–8 дней

	20 кг/га	Огурец защищенного грунта (минеральная вата)	Личинки двукрылых вредителей (сциариды, бабочницы, береговушки)	Полив 1,5 %-ной рабочей жидкостью в зоне корневой шейки (50 мл/растение) с интервалом 21 день при численности имаго фитофагов 3–5 экз/10 см ² клеевой ловушки
	20 кг на 120 л «болтушки»	Подвои, саженцы плодовых культур	Личинки майских хрущей	Обработка корневой системы растений в составе «болтушки» из земляной смеси непосредственно перед посадкой
БИОВЕРТ, П, титр не менее 1×10^6 бластоспор/г (<i>Lecanicillium lecanii</i>), ООО ПО «Сиббиофарм», Россия (П-3)	5–7,5 кг/га	Томат защищенного грунта	Белокрылка тепличная	Опрыскивание в период вегетации с интервалом 7 дней. Расход рабочей жидкости –1500 л/га
ЭНТОЛЕК, Ж, титр не менее 2 млрд. спор/г (<i>Lecanicillium lecanii</i> (Zimmerm.) Zare & W.Gams BL-2, штамм БИМ F-456Д), РУП «Институт защиты растений», Беларусь	30–100 л/га	Огурец защищенного грунта	Паутинный клещ	Множественное опрыскивание 5%-ной рабочей жидкостью при появлении вредителя. Расход рабочей жидкости – 600–2000 л/га
	30–100 л/га	Томат защищенного грунта	Белокрылка тепличная	Множественное опрыскивание 5 %-ной рабочей жидкостью при появлении личинок. Расход рабочей жидкости – 600–2000 л/га
ПЕЦИЛОМИ- ЦИН-Б, ПС, титр 18 млрд. спор/г (<i>Paecilomyces fumosoroseus</i> (Wize) Brown et Smith, штамм 3/1), РУП «Институт защиты растений», Беларусь	9–15 л/га	Огурец и томаты защищенного грунта	Белокрылка тепличная (личинки)	Опрыскивание 1%-ной рабочей жидкостью в период появления личинок. Последующие обработки – с интервалом 7 дней
	40 л/га	Огурец защищенного грунта	Огуречный комарик (личинки)	Подлив под корень (50 мл/растение после полива водой) 4%-ной рабочей

		(почвогрунт, минеральная вата)		суспензией с интервалом 23–27 дней в период массового лета имаго каждого поколения
АУРИН, КС, титр не менее 1 млрд. клеток/мл (<i>Pseudomonas au- rantiaca</i> , штамм В-162/498 (КМБУ 498), Белорусский государственный университет, Беларусь	100 мл на 10 л воды	Огурец защищенног о грунта	Корневая, белая и серая гниль	Последовательные обработки: – полив рассады 1%-ной суспензией препарата в фазе семядольных листьев и через 3 дня после пикировки. Расход рабочей жидкости – 3 л/м ² ; – полив растений 1%-ной суспензией препарата через 3 дня после высадки в теплицу и через 15– 20 дней; – опрыскивание 1%-ной суспензией препарата при появлении первых признаков болезни с интервалом 15 дней. Расход рабочей жидкости – 1000– 2000 л/га
	2,5 мл/ 250 мл воды/ растение			
	100 мл на 10 л воды			
	100 мл на 10 л воды	Томат защи- щенного грунта	Серая гниль	Последовательные обработки: – полив рассады 1%-ной суспензией препарата в фазе семядольных листьев и через 3 дня после пикировки. Расход рабочей жидкости – 3 л/м ² ;
				– опрыскивание 1%-ной суспензией препарата при появлении первых признаков болезни с интервалом 15 дней. Расход рабочей

				жидкости – 1000–2000 л/га
Биопестицид «ЭКОГРИН», Ж, титр клеток не менее 1 млрд/см ³ (<i>Pseudomonas brassica ceatum</i> , штамм БИМ В-446), ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», РУП «Институт защиты растений», Беларусь	20–50 л/га	Огурец защитного грунта (минеральная вата)	Корневая гниль	Последовательные обработки 2%-ной рабочей жидкостью: – полив рассады в фазу 2–3 настоящих листьев. Расход рабочей жидкости – 50 мл/растение; – полив растений через 3–4 сут после высадки в теплицу, повторные поливы – через 15 и 30 сут. Расход рабочей жидкости – 100 мл/растение; – последующие поливы – при появлении первых признаков болезни – многократно
	12–40 л/га	То же	Серая гниль	Опрыскивание в период вегетации 2%-ной рабочей жидкостью с интервалом 7 дней. Расход рабочей жидкости – 600–2000 л/га
	5 мл на 1 растение	Томат защитного грунта (минеральная вата)	Корневая и прикорневая гниль	Последовательные поливы 2%-ной рабочей жидкостью: – полив в период активного плодоношения; – профилактически, до появления признаков корневых гнилей; – последующие поливы – с интервалом 2–3 недели
Препарат бактериальный «КЛЕВЕРИН», Ж, титр не менее 1 млрд. бактери-	5 л/га	Клевер луговой	Повышение урожайности зеленой	Предпосевная обработка семян в день посева. Расход

альных клеток/мл (<i>Pseudomonas fluorescens</i> , штамм AP267), ГНУ «Институт генетики и цитологии НАН Беларуси», Беларусь			массы и семян, устойчивости к корневой гнили	рабочей жидкости – 10 л/т
	5 л/га	Люцерна, эспарцет	Повышение урожайности и зеленой массы, сохранности растений и устойчивости к перезимовке	Предпосевная обработка семян в день посева. Расход рабочей жидкости – 10 л/т
	20 л/га			Обработка по полным всходам. Расход рабочей жидкости – 300 л/га
ТРИХОДЕРМИН-БЛ, сыпучая масса, титр не менее 6 млрд. жизнеспособных спор/г (<i>Trichoderma lignorum</i> , T13-82), РУП «Институт защиты растений», Беларусь	5 кг/т	Ячмень яровой	Корневая гниль	Обработка семян суспензией препарата (10–14 л воды на 1 т семян)
	4–6 кг/т	Лен-долгунец	Фузариоз, плесневение семян	Предпосевная обработка семян. Расход рабочей жидкости – 5 л/т
	6 кг/га		Фузариоз, антракноз	Опрыскивание посевов 2%-ной рабочей жидкостью в фазу быстрого роста. Расход рабочей жидкости – 300 л/га
	30–40 г/м ²	Капуста	Черная ножка, почвенные фитопатогены	Внесение перед посевом в посадочные гряды с заделкой в почву
	10–15 кг на 100 л «болтушки»		Бактериозы, почвенные фитопатогены	Обработка корневой системы рассады суспензией препарата в составе «болтушки» из глины и коровяка (1:2,5)
	30–35 г/кг семян	Морковь	Альтернариоз, фомоз	Обработка семян с увлажнением (10 мл воды на 1 кг семян)
	20–30 г/кг семян	Томат и огурец защищенного	Корневая, белая и серая гниль, фузариозное	Обработка семян

		грунта	и вертициллезное увядание	
	50–60 г/м ²	Томат и огурец защищенного грунта	Корневая, белая и серая гниль, фузариозное и вертициллезное увядание	Внесение в почву или в торфоперегнойные горшочки перед посевом и вторично – перед посадкой рассады
	0,2 кг/ 10 л воды			Опрыскивание в период вегетации с интервалом 10–12 дней
	5 г/250 мл воды/ растение			Полив рассады через 3 дня после высадки в грунт. Последующие – через 15–20 дней
ФУНГИЛЕКС, Ж, титр не менее 1 млрд. жизнеспособных спор/мл (Trichoderma sp. D-11), РУП «Институт защиты растений», Беларусь	2,5 л/т	Овес (кроме семенных посевов)	Корневая гниль, плесневение семян, красно-бурая пятнистость	Предпосевная обработка семян. Расход рабочей жидкости – 10 л/т
	1 мл/ 100 мл воды/ растение	Огурец защищенного грунта	Корневая гниль	Полив растений после высадки в теплицу, второй – через 14–20 дней и третий – через 30–40 дней
	1 мл/ 100 мл воды/ растение	Томат защищенного грунта	То же	Полив растений после высадки в теплицу, второй – через 14–20 дней, последующие поливы – с интервалом 30–40 дней
АКТОФИТ, 0,2 % к. э. (аверсектин С, 2 г/л), Частное акционерное общество «Производственно-научное предприятие «Укрзооветпромснаб», Украина (Р), (П-2)	0,3–0,4 л/га	Картофель	Колорадский жук	Опрыскивание в период вегетации с интервалом 7–8 дней
	5 л/га	Огурец и томат защищенного грунта	Обыкновенный паутинный клещ	Опрыскивание в период вегетации 0,5%-ной рабочей жидкостью с интервалом 10–12 дней. Расход рабочей

				жидкости – 1000 л/га
	1,2 л/га	Капуста	Капустная моль, белянки	Опрыскивание в период вегетации 0,4%-ной рабочей жидкостью. Расход рабочей жидкости – 300 л/га
	1,2 л/га	Яблоня (питомники)	Тли	Опрыскивание в период вегетации 0,6%-ной рабочей жидкостью. Интервал между обработками – 8–10 дней
ФИТОВЕРМ, 0,2 % КЭ (аверсектин С, 2 г/л), ООО НБЦ «Фарм-биомед», Россия (Р), (П-2)	0,3–0,4 л/га	Картофель	Колорадский жук	Опрыскивание в период вегетации. 1–2 обработки с интервалом 7–8 дней
	1–3 л/га	Огурец защищенного грунта	Паутинный клещ	Опрыскивание в период вегетации 0,1%-ным раствором с интервалом не менее 20 дней
	1–3 л/га	Томат, перец и баклажан защищенного грунта		Опрыскивание в период вегетации 0,1%-ным раствором с интервалом не менее 20 дней. Расход рабочей жидкости – 1000–3000 л/га
	8 л/га	Огурец, томат, перец и баклажан защищенного грунта	Бахчевая и персиковая тли	Опрыскивание в период вегетации с интервалом 5–6 дней. Расход рабочей жидкости – 1000 л/га
Биопестицид «МУЛЬТИФАГ», Ж, титр фагов БОЕ не менее 1 млрд/см ³ (вирионы Consortium Pseudomonas phages Pf-C), ГНУ «Институт микробиологии НАН Беларуси», Беларусь	8 л/га	Огурец открытого грунта	Бактериоз	Опрыскивание в период вегетации 2%-ной рабочей жидкостью при появлении первых признаков болезни. Расход рабочей жидкости – 400 л/га
Биопрепарат на основе масла ним	0,8 л +	Огурец	Белокрылка	Опрыскивание в те-

«Сохраняя урожай», Ж (масло ним, 100 %) + эмульгатор, ЧУП «ТехноМарин-Маркет», Беларусь	0,8 л эмульгатора на 100 л воды	защищенного грунта	тепличная, трипс табачный, мучнистая роса, антракноз	плицах без насекомых-опылителей в период вегетации с интервалом 7–10 дней
		Томат защищенного грунта	Белокрылка тепличная, трипс табачный, бурая пятнистость, серая гниль	
ТИМОРЕКС ГОЛД, КЭ (экстракт чайного дерева, 222,5 г/л), Стоктон (Израиль) Лтд., Израиль (Р)	3–5 л/га	Огурец защищенного грунта	Аскохитоз, настоящая мучнистая роса, серая гниль	Опрыскивание в период вегетации 0,5%-ной рабочей жидкостью. Первая обработка – при появлении первых признаков болезни; последующие – с интервалом 10–14 дней
	1–1,5 л/га	Томат защищенного грунта	Серая гниль	Опрыскивание в период вегетации 0,1–0,15%-ной рабочей жидкостью. Первая обработка – при появлении первых признаков болезни; последующие – с интервалом 10–14 дней

Задание выполняется согласно табл. 8.

Таблица 8. Мероприятия по системе защиты растений в севообороте

Чередование культур в севообороте	Биофунгицид			Биоинсектицид		
	Название	Норма расхода	Сроки применения	Название	Норма расхода	Сроки применения

К биологическим показателям плодородия почвы относятся почвенные организмы, биологическая активность почвы, ее

фитосанитарное состояние, а также содержание и состав органического вещества.

Почвенная биота и биологическая активность почвы – это комплекс разнообразных почвенных организмов, различающихся по экологическим функциям и таксономическому положению. Они являются обязательным компонентом почвы. Основная их часть – микроорганизмы. Доминирующее значение принадлежит растительным микроорганизмам (бактерии, грибы, водоросли, актиномицеты). Животные организмы представлены простейшими (жгутиковые, корненожки, инфузории), а также червями. Довольно широко в почве распространены моллюски и членистоногие (паукообразные, насекомые).

Количество живых организмов в 1 г хорошо окультуренной почвы может достигать нескольких миллиардов, а их общая масса – 10 т/га.

Почвенная биота принимает участие в процессах формирования почвенного плодородия: в минерализации органического вещества, вовлечении в круговорот химических элементов минералов литосферы, биологической фиксации азота.

Почвенные организмы разрушают отмершие остатки растений и животных, поступающие в почву. Одна часть органического вещества минерализуется полностью, а другая – переходит в форму гумусовых веществ и живых тел почвенных организмов.

Некоторые микроорганизмы (клубеньковые и свободно живущие бактерии) усваивают азот атмосферы и обогащают им почву.

Почвенные организмы (особенно фауна) способствуют перемещению веществ по профилю почвы, тщательному перемешиванию органической и минеральной частей почвы, созданию прочной комковатой структуры. Кроме того, они выделяют в процессе жизнедеятельности различные физиологически активные соединения, участвующие в трансформации одних питательных веществ в подвижную форму, а других, наоборот, – в недоступную для растений форму.

Для нормального функционирования почвенных организмов необходимы прежде всего энергия и питательные вещества. Для подавляющего большинства микроорганизмов такой источник энергии – органическое вещество почвы, поэтому активность почвенной микрофлоры главным образом зависит от поступления или наличия в почве органического вещества.

Источниками поступления органического вещества в почву являются: внесение навоза, торфа, соломы, птичьего помета, зеленых удобрений, сапропеля, посев многолетних трав, посев промежуточных культур.

Фитосанитарное состояние почвы характеризуется наличием в ней семян и вегетативных органов размножения сорных растений, вредителей, фитопатогенов, а также токсичных веществ, выделяемых растениями, ризосферной микрофлорой и продуктами разложения. Все виды вредных

организмов и фитотоксичные вещества – обязательные компоненты агробиоценоза, поэтому в большинстве случаев в почве в тех или иных количествах могут находиться вредные организмы.

Фитосанитарное состояние существенно влияет на продуктивность сельскохозяйственных культур: чем больше численность вредных организмов, тем ниже урожай. Оптимальным критерием оценки фитосанитарного состояния почвы и посевов является численность сорных растений на уровне порога вредоносности (количество сорных растений, не оказывающее существенного влияния на снижение урожая) и незаметное действие вредителей и фитофагов или их необнаружение на растениях. Это не означает, что в почве будут полностью отсутствовать определенные виды вредителей и фитофагов, однако благодаря созданию определенных условий их размножение будет сдерживаться.

Регулирование численности вредных организмов до оптимального уровня достигают с помощью использования естественных механизмов саморегулирования компонентов агробиоценозов в сочетании с дифференцированным применением санитарно-профилактических и истребительных методов.

Тема 3. Удобрение растений в биологическом земледелии

Цель задания: Научиться разрабатывать систему удобрения сельскохозяйственных культур в севообороте с учетом биологизации земледелия.

Задачи:

- научиться рассчитывать баланс гумуса в почве;
- рассчитать баланс питательных элементов в почве;
- составить схему удобрения сельскохозяйственных культур в биологическом севообороте.

Органическое вещество почвы образуется из отмерших остатков растений, микроорганизмов, почвенных животных и продуктов жизнедеятельности. Первичное органическое вещество, поступившее в почву, подвергается сложным превращениям, включающим процессы разложения, вторичного синтеза в форме микробной плазмы и гумификации. Сочетание названных процессов приводит к образованию сложной смеси органических веществ:

- 1) малоразложившихся растительных и животных остатков с сохранившейся первоначальной структурой;
- 2) промежуточных продуктов разложения (например, протеиды, аминокислоты, поли- и монофенолы, моносахариды и др.);
- 3) гумусовых веществ, образовавшихся путем микробного синтеза или остаточного происхождения;

4) растворимых органических соединений, которые минерализуются до простых минеральных соединений (H_2O , CO_2 , NO_3 и др.) или участвуют в синтезе гумусовых веществ.

Различные группы органических соединений взаимодействуют с минеральной частью почвы и закрепляются в ней. Органическое вещество – единственный источник энергии для развития почвы, формирования ее плодородия. Основным источником первичного органического вещества, поступающего в почву под естественной растительностью, это остатки растений.

На пахотных почвах с отчуждением большей части урожаев полевых культур источником органического вещества являются надземные и корневые остатки растений, а также вносимые в почву органические удобрения. Агрономическое значение растительных остатков в интенсивном земледелии особенно велико:

- 1) они постоянно пополняют запас органических веществ, в то время как органические удобрения вносят в почву периодически;
- 2) не требуются дополнительные затраты на их внесение;
- 3) растительные остатки распределяются в почве наиболее равномерно. В них содержатся все макро- и микроэлементы, необходимые растениям.

Растительные остатки разделяют на три группы: пожнивные, листостебельные и корневые. *Пожнивные остатки* представлены стерней зерновых культур, частями стеблей, листьев и всех других надземных частей растений, которые остаются в поле после уборки урожая. *Листостебельные части* растений включают корневища, столоны картофеля, корневые шейки клевера, люцерны и других трав, остатки клубней, корнеплодов, луковиц. *Корневые остатки* растений представлены корнями выращиваемой культуры, сохранившимися к моменту уборки живыми, а также отмершими. Органическое вещество поступает в почву не только после отмирания растения, но и в течение его жизни, так как непрерывный процесс отмирания различных частей корневой системы происходит в течение всего периода роста и развития растения, особенно после цветения и начала созревания.

Полевые растения развивают различную по массе и глубине проникновения корневую систему, а следовательно, по-разному влияют на плодородие почвы.

По количеству органического вещества, оставляемого после уборки, основные полевые культуры можно разделить на три группы.

Первую группу составляют многолетние бобовые и мятликовые травы, оставляющие в почве наибольшее количество органического вещества. Более благоприятное действие бобовых многолетних трав на плодородие почвы и урожайность последующих культур объясняется их способностью фиксировать атмосферный азот воздуха и накапливать больше корневых и пожнивных остатков.

Вторую группу составляют однолетние зерновые и зерновые бобовые культуры сплошного посева. Они оставляют в почве значительно меньше органического вещества, чем многолетние травы, а зерновые бобовые в меньшей степени фиксируют азот воздуха, чем многолетние бобовые травы. Однако однолетние культуры по этому показателю сильно различаются. Такие растения, как райграс и его смеси с однолетними бобовыми культурами, по количеству оставляемых в почве растительных остатков мало уступают многолетним травам и значительно превосходят другие однолетние культуры. Озимые культуры оставляют в почве больше органического вещества, чем яровые зерновые и зерновые бобовые.

В третью группу входят пропашные культуры, которые оставляют в почве после уборки наименьшее количество органического вещества в виде растительных остатков.

Количество пожнивных и корневых остатков после уборки различных культур представлено в табл. 9.

Таблица 9. Количество пожнивных и корневых остатков, поступающих в почву после уборки сельскохозяйственных культур, ц/га сухого вещества

Культуры	Растительные остатки, ц/га			% к отчуждаемому урожаю (основная продукция + побочная)
	пожнивные	корни	всего	
1	2	3	4	5
Зерновые и зернобобовые культуры				
Озимая рожь	9,99	21,1	31,1	43,3
Озимая пшеница	9,56	19,4	29,0	45,9
Яровая пшеница	7,06	20,0	27,1	54,5
Ячмень	7,41	17,8	25,2	54,4
Овес	7,73	19,3	27,0	49,0
Гречиха	7,44	14,5	21,9	52,2
Горох	2,29	11,7	14,0	49,6
Бобы	4,86	11,1	16,0	46,1
Люпин кормовой	13,8	14,2	28,0	56,3
Культуры на зеленую массу				
Люпин кормовой	12,9	15,2	28,1	49,3
Вика яровая	4,76	11,0	15,8	37,8
Пелюшка	3,84	7,44	11,2	26,7
Сераделла	4,27	9,21	13,5	20,8
Кукуруза	5,24	20,0	25,2	54,4
Подсолнечник	6,21	13,7	19,9	24,0
Клевер 1 г. п.	12,9	37,5	50,4	53,5
Клевер + тимофеевка 2 г. п.	16,8	46,4	62,9	80,2
Люцерна	11,9	48,9	62,8	68,5
Корнеклубнеплоды				
Кормовая свекла	2,36	4,61	6,97	8,5

Сахарная свекла	4,21	6,81	11,0	10,4
Морковь	3,39	4,74	8,13	8,4

Картофель	3,25	7,35	10,6	11,6
Промежуточные культуры				
Озимая рожь на зеленую массу	8,60	18,7	27,3	76,0
Пожнивные: редька масличная	8,31	15,5	23,8	130,0
горчица белая	6,92	13,9	20,8	107,0

Гумусовые вещества обладают сравнительно высокой (хотя и неодинаковой в разных почвах) устойчивостью к микробиологическому разложению, они значительно труднее подвергаются минерализации, чем органические соединения, входящие в состав поступающих в почву растительных остатков. Однако разложение гумуса в почве хотя и медленно, но постоянно происходит.

Многолетние опыты показывают, что длительное возделывание сельскохозяйственных растений без внесения удобрений сопровождается значительным уменьшением общего запаса гумуса и азота в почве. В бедных гумусом и азотом почвах содержание их за 30–50 лет снижается иногда на 25 и даже на 50 % от исходного уровня.

По данным многолетних опытов, в пахотном слое дерново-подзолистых почв ежегодно минерализуется в среднем 0,6–0,7 т, а в черноземных почвах – около 1 т органического вещества на 1 га. При этом образуется соответствующее количество (30–35 и 50 кг на 1 га) минеральных соединений азота, доступных для растений. Поскольку азота в гумусе содержится около 5 %, то на каждую часть этого элемента, взятую растениями из почвы, необходима минерализация двадцатикратного количества гумуса (табл. 10).

Таблица 10. Потребность в органических удобрениях и возможные объемы их производства в Республике Беларусь

Области	Потребность для бездефицитного баланса гумуса		Возможное накопление органических удобрений, млн. т условного навоза			
			за счет навоза и компостов	за счет запашки соломы	всего	
	млн. т	т/га			млн. т	т/га
Брестская	9,8	14,6	8,4	1,7	10,1	15,0
Витебская	6,6	8,5	7,4	1,0	8,4	10,8
Гомельская	10,5	15,3	6,7	1,9	8,6	12,5
Гродненская	8,7	12,3	7,9	1,6	9,5	13,4
Минская	12,9	11,9	11,8	2,1	13,9	12,9
Могилевская	7,5	10,4	5,9	1,4	7,3	10,2
Республика Беларусь	55,8	12,0	46,8	9,7	56,5	12,1

Для учета внесения различных видов органических удобрений по их способности к гумусообразованию используются следующие коэффициенты перевода в условный навоз: все виды подстилочного навоза – 1; полужидкий бесподстилочный навоз – 0,5; жидкий навоз – 0,2; навозные стоки – 0,06; куриный помет – 1,7; подстилочный помет – 2,0; торфо-пометный компост – 1,3; сапропелевые удобрения органического типа – 0,5; сапропелевые удобрения смешанного типа – 0,3; солома зерновых, крупяных и крестоцветных культур – 3,5 (с учетом дополнительного внесения азота); солома зернобобовых культур и кукурузы (с учетом дополнительного внесения азота) – 1,8; ботва – 0,5.

Особенно интенсивно гумус разлагается в чистых парах, где может накапливаться 60–120 кг нитратного азота на 1 га. Для получения такого количества азота должно минерализоваться 1–2 т органического вещества. В почве непрерывно идут процессы новообразования гумуса за счет поступающих в нее растительных остатков и его разрушения и минерализации. В зависимости от того, какой из этих процессов преобладает, будет уменьшаться или увеличиваться общее количество гумуса в почве.

Систематическое применение органических и минеральных удобрений способствует не только повышению урожая сельскохозяйственных культур, но и сохранению и накоплению запасов гумуса и азота в почве. Повышение урожаев под влиянием удобрений сопровождается увеличением поступления в почву пожнивных остатков, что приводит к увеличению количества вновь образованных гумусовых веществ.

Органическое вещество – важный источник элементов питания для растений. В нем содержатся почти весь запас азота, значительная часть фосфора и серы, а также небольшое количество калия, кальция, магния и других питательных веществ.

Несмотря на сравнительно небольшое содержание органического вещества в почве, оно играет важную роль в создании почвенного плодородия и в питании растений.

Под действием гуминовых кислот, фульвокислот и других органических кислот, а также угольной кислоты, образующейся при разложении органических веществ, происходят постепенное разрушение силикатных и алюмосиликатных минералов, растворение карбонатов кальция и магния, фосфатов и других слаборастворимых солей. В результате содержащиеся в них элементы питания – кальций, магний, калий, фосфор – переходят в доступную для растений форму.

Баланс гумуса может быть бездефицитным (уравновешенным, компенсированным), если количество новообразованного гумуса за год соответствует количеству минерализовавшегося за тот же период. Он может быть также отрицательным (если количество новообразованного

гумуса меньше минерализовавшегося) или положительным (если поступление в почву новообразованного гумуса превышает его расход в результате минерализации).

Снижение содержания гумуса в пахотных почвах ряда районов страны является следствием его многолетнего отрицательного баланса, обусловленного характером использования почв и недостаточным поступлением в них свежего органического вещества.

Задача регулирования баланса гумуса на пашне должна решаться двумя основными путями: во-первых, увеличением поступления в почву свежего органического вещества (пожнивно-корневые остатки, органические удобрения); во-вторых, использованием приемов, уменьшающих минерализацию органического вещества почвы; снижением числа механических обработок и количества паров, применением почвопокровных и сидеральных культур (табл. 11).

Таблица 11. Дозы органических удобрений, которые необходимо внести для сдвига содержания гумуса на 0,01 %

Удобрения	Влажность, %	Образование гумуса из 1 т удобрений, кг	Необходимое количество удобрений для сдвига содержания гумуса на 0,01 %, т
Соломистый навоз	75	40	8,1
Полужидкий навоз	90	20	16,3
Жидкий навоз	95	8	40,6
Куриный помет	55	68	4,8
Солома	16	146	2,2

Расчет баланса гумуса позволяет осуществить контроль за характером изменения содержания гумуса при сложившейся структуре посевных площадей и уровне применения удобрений. Баланс гумуса – соотношение между его расходом и восполнением. Основными статьями прихода гумуса являются гумификация корневых и пожнивных остатков растений и вносимые органические удобрения. Основные статьи расхода гумуса – минерализация и потери в результате эрозии.

Поскольку органические удобрения вносятся в почву не ежегодно, а чаще всего только в пару или под пропашные, рассчитывать баланс гумуса целесообразно для севооборота в целом, и по сумме минерализации и накопления гумуса по всем полям севооборота делать выводы о состоянии его баланса.

В целом расчет баланса гумуса для поля, севооборота, хозяйства позволит обосновать потребность в органических удобрениях, положить предел истощению почвы и целенаправленно повышать ее плодородие,

обоснованно планировать фонды удобрений и более рационально их применять.

Расчет баланса гумуса в почве

Нормативы поступления в почву растительных остатков сельскохозяйственных культур, в зависимости от урожайности представлены в прил. 4. В том случае, если урожайность будет выше, чем установлено в таблице, необходимо брать коэффициент выхода послеуборочных остатков для последнего, наиболее высокого предела урожайности.

Данные о коэффициентах гумификации растительных остатков и органических удобрений представлены в табл. 12, 13, 14.

Таблица 12. Нормативы поступления в почву растительных остатков сельскохозяйственных культур в зависимости от урожайности

Культуры	Стандартная влажность продукции, %	Урожайность основной продукции, ц/га	Отношение массы пожнивно-корневых остатков к основной продукции
1	2	3	4
Пшеница озимая	14	До 20	1,3
		20–30	1,1
		Более 30	0,9
Пшеница яровая	14	До 20	1,3
		20–30	1,2
		Более 30	1,0
Рожь озимая	14	До 20	1,3
		20–30	1,1
		Более 30	0,9
Тритикале озимое	14	До 20	1,3
		20–30	1,1
		Более 30	0,9
Ячмень	14	До 20	1,1
		20–30	1,0
		Более 30	0,8
Кормовые корнеплоды, сахарная свекла	75–85	До 200	0,05
		200–350	0,04
		Более 350	0,03
Картофель	70–80	До 150	0,18
		150–250	0,15
		Более 250	0,13
Овощи	80–95	До 100	0,14
		100–200	0,11
		Более 200	0,08
Кукуруза на зеленую массу (силос)	70	До 200	0,10
		200–300	0,08
		Более 300	0,07
Овес	14	До 20	1,4
		20–30	1,3
		Более 30	1,1
Просо	14	До 10	1,5
		Более 10	1,3
Гречиха	14	До 20	1,4
		Более 20	1,2
Вика	14	До 20	0,8
		Более 20	0,7
Кормовые бобы	14	До 10	1,7
		Более 10	1,6
Люпин на зерно	14	До 20	1,4
		Более 20	1,1
Люпин на зеленую массу	14	До 250	0,11
		Более 250	0,10

Горох	14	До 10	0,90
		Более 10	0,85

Окончание табл. 12

1	2	3	4
Многолетние травы (на сено)	17	До 45	1,4
		Более 45	1,0
Однолетние травы (на сено)	17	До 30	0,80
		Более 30	0,70
Однолетние травы (на зеленую массу)	83	До 200	0,18
		200-300	0,17
Озимые на зеленый корм	83	До 120	0,18
		Более 120	0,16
Клевер 1-го и 2-го года пользования (на сено)	17	До 45	1,0
		45-75	0,8
		Более 75	0,65
Многолетние травы на пастбищах 1-го года пользования	17	До 80	0,90
		Более 80	0,76
Многолетние травы на пастбищах 2-го года пользования	17	До 80	1,00
		Более 80	0,80
Многолетние травы на пастбищах 3-го года пользования	17	До 80	1,20
		Более 80	1,00

**Таблица 13. Нормативы поступления в почву гумусовых веществ
и растительных остатков**

Культуры	Гранулометрический состав почвы	Коэффициент гумификации растительных остатков
Зерновые и зернобобовые культуры (на зерно), лен, многолетние травы	Суглинок	0,20
	Супесь	0,17
	Песок	0,14
Кормовые корнеплоды, картофель, овощи	Суглинок	0,10
	Супесь	0,085
	Песок	0,060
Кукуруза, люпин, озимые зерновые (на зеленый корм), культуры на сидерат	Суглинок	0,15
	Супесь	0,13
	Песок	0,11

**Таблица 14. Нормативы поступления гумуса в почву различных видов
органических удобрений**

Виды удобрений	Сухое вещество, %	Содержание в сухом веществе, %		Коэффициент гумификации органического вещества удобрений на почвах		
		Золы	Органическ ого вещества	Сугли нисты х	Супес чаных	Песча ных
Соломистый навоз	25	27	73	0,20	0,17	0,14

Удобрения на основе торфа (навоз, компосты, смеси)	30	27	73	0,25	0,22	0,19
Полужидкий навоз	15	10	90	0,20	0,17	0,14
Жидкий навоз	5	10	90	0,20	0,17	0,14

Нормативы потерь гумуса при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах представлены в табл. 15.

Таблица 15. Нормативы потерь гумуса при возделывании сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах

Культуры	Потери от запасов в пахотном горизонте				
	%	т/га при содержании гумуса, %			
		< 1,5	1,5–2,0	2,0–2,5	> 2,5
Суглинистые почвы					
Зерновые, лен	1,7	0,6	0,9	1,1	1,3
Картофель	3,0	1,1	1,5	2,0	2,2
Сахарная свекла, кормовые корнеплоды, овощи	3,4	1,3	1,8	2,3	2,6
Кукуруза на зеленую массу	2,6	1,0	1,3	1,7	1,9
Однолетние	1,5	0,6	0,8	1,0	1,1
Силосные без кукурузы	1,3	0,5	0,7	0,9	1,0
Многолетние травы	0,7	0,3	0,4	0,5	0,6
Чистые пары	4,5	1,7	2,3	3,0	3,4
Супесчаные почвы, подстилаемые мореной					
Зерновые, лен	1,9	0,8	1,1	1,4	1,5
Картофель	3,4	1,4	1,9	2,4	2,7
Сахарная свекла, кормовые корнеплоды, овощи	3,8	1,6	2,1	2,7	3,0
Кукуруза на зеленую массу	2,9	1,2	1,6	2,1	2,3
Однолетние	1,7	0,7	0,9	1,2	1,4
Силосные без кукурузы	1,5	0,6	0,8	1,1	1,2
Многолетние травы	0,8	0,3	0,5	0,6	0,7
Чистые пары	5,1	2,1	2,8	3,7	4,1

Примечание. Масса пахотного горизонта для суглинистых почв – 3000, супесчаных – 3200.

Массу растительных остатков сельскохозяйственных культур необходимо перевести в т/га сухого вещества.

Пример расчета. Севооборот 5-польный: озимая рожь – 21 ц/га, горох – 11 ц/га, картофель – 200 ц/га, ячмень с подсевом клевера – 20 ц/га, клевер 1 г. п. на зеленую массу – 250 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,7 %; 2,0; 1,9; 1,8; 2,0 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под картофель вносился навоз солоmistый – 40 т/га. Промежуточная культура – пожнивная горчица на сидерат – 150 ц/га.

Поле № 3. Картофель + навоз солоmistый 40 т/га.

1. Масса растительных остатков, т/га сухого вещества: $20 \text{ т/га} \cdot 0,15$ (табл. 12) = 3,0 т/га.

2. Коэффициент гумификации растительных остатков 0,1 (табл. 13).

3. Содержание сухого вещества в органических удобрениях (табл. 14).

4. Коэффициент гумификации сухого вещества органических удобрений (табл. 14);

5. Образовалось гумуса: из растительных остатков: $3 \cdot 0,1 = 0,3$ т/га; из органических удобрений: $40 \cdot 25 \% \cdot 0,2 = 2,0$ т/га.

6. Потери гумуса, т/га (табл. 15).

Все расчеты проводятся с использованием нормативов образования гумусовых веществ и заносятся в табл. 16.

Таблица 16. **Накопление гумусовых веществ в севообороте при использовании соломистого навоза, т/га**

Показатели	Севооборот				
	1. Озимая рожь + пожнивн ая горчица на сидерат	2. Горох	3. Карто- фель + навоз солом истый	4. Ямень + клевер	5. Клеве р 1 г. п. (зелен ая масса)
1. Накопление пожнивно-корневых остатков и органических удобрений: урожайность, ц/га	21 + 150*	11	200	20	250*
Коэффициент отношения массы пожнивно-корневых остатков к основной продукции	1,1 + 0,17*	0,85	0,15	1,0	0,17*
Масса растительных остатков, т/га сухого вещества	2,31 + 2,55	0,94	3,0	2,0	4,25
Коэффициент гумификации растительных остатков	(0,2) (0,15)	0,2	0,1	0,2	0,20
Вносились органических удобрений, т/га	—	—	40	—	—
Содержание сухого вещества в органических удобрениях, %	—	—	25	—	—
Коэффициент гумификации сухого вещества органических удобрений	—	—	0,2	—	—
2. Образовалось гумуса: из растительных остатков, т/га	0,46 + 0,38	0,19	0,3	0,4	0,85
из органических удобрений, т/га	—	—	2,0	—	—
Всего, т/га	0,46 + 0,38	0,19	2,3	0,4	0,85
3. Потери (минерализовалось) гумуса, т/га	–0,9	–0,8	–1,5	–0,9	–0,4
4. Баланс гумуса, ± т/га	–0,06	–0,61	+0,8	–0,5	+0,45

* Зеленую массу клевера и культур на сидерат необходимо перевести в сухое вещество, которое составляет 17 % от свежей зеленой массы.

Баланс гумуса за ротацию севооборота положительный, так как разница между приходной и расходной его частью составит: $1,25 - 1,17 = +0,08$ т/га, что составило $+0,003 \%$ ($0,41 \cdot 100 : 3000$), где 3000 – масса пахотного горизонта для суглинистых почв, т/га.

На основе расчета баланса гумуса и выявленного дефицита в органических удобрениях даются предложения по его устранению.

Основное внимание, с учетом реалий настоящего времени, следует обратить на непосредственное использование соломы зерновых культур на удобрение.

Расчет баланса питательных элементов в почве

Наряду с количеством растительных остатков важное значение имеют их химический состав и скорость разложения в почве. Так, растительные остатки многолетних трав содержат больше элементов питания, чем другие культуры.

Содержание азота в корневых остатках многолетних бобовых трав колеблется в пределах 2,25–2,60 %, фосфора – 0,34–0,80, в поукосных остатках соответственно 1,82–2,65 и 0,30–0,71 %. Количество азота и фосфора в корнях бобово-злаковых травосмесей зависит от доли каждого компонента и составляет 0,91–2,37 % азота и 0,25–1,06 % фосфора, в поукосных остатках соответственно 1,60–2,18 и 0,17–0,54 %. Мятликовые травы содержат значительно меньше азота в корнях и поукосных остатках.

Количество пожнивных и корневых остатков в различных видах севооборотов представлено в табл. 17.

Таблица 17. Количество запахиваемых растительных остатков в севооборотах, ц/га сухого вещества (по данным НПЦ по земледелию)

Виды севооборота	Структура посевов, %						Масса растительных остатков		
	Зерновые	Однолетние травы	Многолетние травы			Пропашные	Пожнивные	Корневых	Всего
			%	Видовой состав	Продолжительность использования, лет				
Зернотравяно-пропашной	50,0	12,5	25	Клевер + тимopheевка	2	12,5	9,9	22,3	32,2
Зернотравяно-пропашной	50,0	12,5	25	Клевер 1-го года	1	12,5	11,0	25,7	36,7
Зернотравяной	50,0	12,5	25	Клевер 1-го года	1	–	7,0	30,9	38,7
Зернотравяной	37,5	12,5	50	Клевер + злаки	4	–	6,2	15,7	21,9
Зернопропашной	50,0	–	–	–	–	50,0	5,3	16,5	21,8
Пропашной	100,0	–	–	–	–	100,0	2,3	10,3	12,6

Превращение первичного органического вещества в почве проходит в несколько этапов.

На *первом этапе* происходит химическое взаимодействие между отдельными химическими веществами отмершего растения. Например, ароматические соединения клеточных оболочек могут вступать в химические реакции с белками растительных клеток. Этот процесс можно ускорить с помощью биологических и минеральных катализаторов.

На *втором этапе* происходит механическое перемешивание почвенной фауной растительных остатков с почвой. Возможно, на этом этапе осуществляется и определенная биохимическая подготовка первичного органического вещества к микробному разложению при прохождении растительной массы через желудочно-кишечный тракт почвенных животных.

На *третьем этапе* превращения свежего органического вещества в почве происходит минерализация его с помощью микроорганизмов. В первую очередь минерализуются водорастворимые органические соединения, а также крахмал, пектин и белковые вещества. Значительно медленнее минерализуется целлюлоза, при разложении которой освобождается лигнин – соединение, весьма устойчивое к микробиологическому расщеплению.

Конечными продуктами превращений органического вещества являются вода, диоксид углерода, нитраты, фосфаты и др. Кроме того, в почве накапливаются низкомолекулярные органические кислоты (муравьиная, уксусная, щавелевая и др.).

Колебания по доли возврата в почву элементов питания относительно выноса с урожаем по азоту составляли от 11 до 67 %, по фосфору – от 6 до 68 и по калию – от 4 до 42 %.

Особую роль в пищевом режиме почвы играют растительные остатки бобовых культур, содержащие большое количество азота. Так, доля биологического азота, фиксированного из воздуха, у клевера может составлять 77–88 %, у люпина – 61–67 %, у гороха – 34–44 %. В количественном выражении этот показатель достигает уровня в растительных остатках клевера 88 кг, люпина – 34, гороха – 9,5 кг на 1 га. С урожаем же отчуждается почвенного азота соответственно 29, 62 и 39 кг.

Так, например для дерново-подзолистых почв Беларуси оптимальное содержание гумуса следующее: для суглинистых почв – 2,5–3,0 %, для супесчаных – 2,0–2,5, для песчаных – 1,8–2,2, для минеральных луговых почв – 3,5–4,0 %.

В последние три десятилетия на пахотных почвах поддерживался положительный баланс гумуса. Он достигался за счет большего использования навоза на торфяной постилке и расширения доли многолетних трав до 25 % от общей площади посева. В результате средневзвешенное содержание гумуса в пахотных почвах республики было повышено с 1,77 до 2,2 %. Снижение обусловлено уменьшением применения органических удобрений. В 1986–1990 гг. на 1 га пашни органических удобрений вносилось по 14,4 т, в 1991–1995 гг. – по 11,6, в 1996–2000 гг. – 8,1, то в 2001–2009 гг. – 7,1 т.

При снижении доз органических удобрений возрастает роль самих растений и рациональной структуры посевных площадей в севооборотах в регулировании баланса органического вещества, в частности, содержания

гумуса в почве. В современном земледелии Беларуси на долю корневых и пожнивных остатков приходится 67 % от всей поступающей в почву органической массы и только 33 % на все виды вносимых органических удобрений.

В корневых остатках зерновых культур значительно больше азота и фосфора, в стерне – калия. Корневая масса по содержанию азота и углерода биологически более ценна, чем стеблевые остатки, отличающиеся широким отношением C:N. Применение удобрений способствует в большей степени повышению содержания в растительных остатках азота и калия, в меньшей – фосфора.

Темпы разложения растительных остатков в почве зависят от соотношения C:N. Быстрое разложение свойственно растительным остаткам клевера с узким соотношением C:N; менее интенсивно разлагаются растительные остатки зерновых культур. Благоприятное соотношение углерода к азоту является 20:1. Внесение органических и минеральных удобрений ускоряет процессы разложения растительных остатков. В дерново-подзолистых почвах в течение года разлагается 30–60 % растительных остатков.

Определенный вклад в обеспечение азотного питания сельскохозяйственных культур представляет также несимбиотическая азотфиксация. Активность несимбиотической азотфиксации в почве значительно колеблется под влиянием минеральных и органических удобрений. Свободноживущие азотфиксаторы на дерново-подзолистых пахотных почвах способны в среднем накапливать в год от 5 до 15 кг связанного азота на 1 га.

Так, например, зерновые колосовые культуры оставляют после себя в среднем 25–30 ц/га абсолютно сухих растительных остатков, однолетние культуры на зеленую массу – 20–25, многолетние бобовые травы – 50–60 и корнеклубнеплоды 7–10 ц/га. Большие различия по этому показателю и при размещении этих культур в различных севооборотах. Так, в зернотравяных и зернотравяно-пропашных севооборотах с клевером на 1 га пашни в пахотный слой (0–20 см) поступало 32,2–38,7 ц/га абсолютно сухой массы растительных остатков, в зернопропашных севооборотах – в среднем 20–22 и в пропашных – 12,6 ц/га (табл. 18).

Таблица 18. Поступление в почву элементов питания с растительными остатками, % к выносу с урожаем

Культуры	Элементы питания		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4
Зерновые и зернобобовые культуры			
Озимая рожь	34	24	38
Озимая пшеница	38	26	33

Яровая пшеница	37	28	35
Ячмень	48	25	42
Овес	39	31	29
Гречиха	63	37	35
Горох	31	28	17
Бобы	27	22	19
Люпин кормовой	30	23	22
Культуры на зеленую массу			
Люпин кормовой	27	34	32

1	2	3	4
Вика яровая	25	25	19
Пелюшка	17	19	11
Сераделла	11	21	9
Кукуруза	34	33	36
Подсолнечник	15	15	15
Клевер 1-го года	42	61	29
Клевер + тимофеевка 2-го года	67	67	28
Люцерна 2-го года	38	68	30
Корнеклубнеплоды			
Свекла кормовая	13	9	6
Свекла сахарная	15	11	11
Морковь	11	6	4
Картофель	13	12	4

Основная масса азота в почве (до 90 %) находится в различных гумусовых веществах и небольшая часть его – в негумифицированных органических соединениях (протеины, аминокислоты и др.), входящих в состав растительных и животных остатков и тел микроорганизмов. На долю органических соединений фосфора приходится 30–40 % и более, а на долю органических соединений серы – до 90 % общего содержания этих элементов в почве. В результате разложения микроорганизмами органического вещества азот, фосфор, сера и другие элементы питания, содержащиеся в нем, переходят в легкоусвояемые минеральные соединения.

При расчете приходных статей баланса определяют: поступление NPK с навозом (кг/га); фиксацию N бобовыми культурами (кг/га); поступление NPK с соломой (кг/га); поступление NPK с сидератами (кг/га) (по методике расчета, разработанной Институтом почвоведения и агрохимии).

Пример расчета. Поступление N:P:K с навозом. Насыщенность органическими удобрениями в севообороте – 15 т/га. С 1 т навоза крупного рогатого скота на соломенной подстилке поступает в почву 5,0 кг азота (табл. 19), а с 10 т – 50,0 кг ($5 \cdot 10$), фосфора – 25,0 кг ($2,5 \cdot 10$), калия – 60,0 кг ($6,0 \cdot 10$).

Таблица 19. Средний состав органических удобрений, кг/т

Удобрение	Элементы питания		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4
Навоз			
Соломистый навоз КРС	5,0	2,5	6,0
Торфяной навоз КРС	6,0	2,0	5,0
Компосты			
Торфонавозный компост (1:1)	5,0	1,6	4,0

Торфонавозный компост (1:2)	5,5	1,8	4,5
Торфонавозный компост (1:3)	6,0	2,0	5,0
Вермикомпост (биогу́мус)	20,0	15,0	10,0

Окончание табл. 19

1	2	3	4
Помет			
Подстилочный	20,0	16,5	8,5
Птичий полужидкий	9,0	9,0	3,0
Птичий жидкий	3,0	2,5	1,0
Торф			
Низинный	10,0	1,2	0,7
Переходный	6,5	0,6	0,5
Верховой	4,0	0,4	0,3
Зеленое удобрение (сидераты)			
Люпин узколиственный	4,1	1,1	2,5
Донник белый	6,0	0,8	2,3
Сераделла	4,5	1,2	3,5
Пелюшка (горох)	4,5	1,2	4,0
Фацелия	3,5	1,2	4,5
Крестоцветные (озимый и яровой рапс, озимая и яровая сурепица, горчица белая, редька масличная)	4,0	1,3	3,8
Райграс однолетний	3,5	1,2	2,8
Озимая рожь	3,3	1,1	2,8
Смесь (ви́ко-овсяная, горохо-овсяная, люпино-овсяная)	4,2	1,2	3,2
Пожнивно-корневые остатки			
Бобовых трав (клевер луговой, люцерна посевная, лядвенец рогатый)	5,0	1,1	3,0
Солома			
Зерновых	4,0	1,5	10,0
Зернобобовых	10,0	2,0	11,0
Крестоцветных	5,0	1,5	9,0
Крупяных	7,0	3,0	12,5
Кукурузы	4,5	2,0	12,0

Фиксирование биологического N из атмосферы после бобовых культур.

По данным полевых опытов, показатели симбиотической азотфиксации в расчете на 1 ц зеленой массы в почве составляют: после многолетних бобовых трав (кроме люцерны) – 0,35 кг; люцерны – 0,40; многолетних бобово-злаковых смесей – 0,20; однолетних бобовых трав – 0,25; однолетних бобово-злаковых травосмесей – 0,20; луговые земли с бобово-злаковым травостоем – 0,15 кг азота.

На 1 ц зерна в почве остается азота: после люпина – 5,0 кг; кормовых бобов – 3,0; гороха, пелюшки, вики, сои – 2,5; люпина в смеси с зерновыми

культурами – 4,5; гороха, пелюшки, вики в смеси с зерновыми культурами – 2,0 кг.

В севообороте площадью 1000 га горох занимает 100 га, клевер – 100 га. Урожайность зеленой массы гороха – 150 ц/га, клевера (зеленой массы) – 200 ц/га. После гороха в почве остается на 1 га 37,5 кг азота ($150 \cdot 0,25$), а на 100 га – 3750 кг. После клевера на 1 га остается 70 кг азота, на 100 га – 7000 кг. Сумму остающегося после гороха и клевера азота делят на площадь севооборота и находят среднее количество симбиотического азота на 1 га: $(3750 \text{ кг} + 7000 \text{ кг}) : 1000 = 10,8 \text{ кг/га}$.

С соломой зерновых культур в среднем поступает 4 кг/т N; 1,5 кг/т P_2O_5 ; 10,0 кг/т K_2O . С зеленым удобрением (сидератами) бобовых культур в среднем поступает 5 кг/т N; 1,1 кг/т P_2O_5 ; 3,0 кг/т K_2O (табл. 19).

Содержание N с пожнивно-корневыми остатками многолетних бобовых трав. Бобовые культуры способны полностью обеспечить себя азотом благодаря азотфиксации в симбиозе с клубеньковыми бактериями, также они вносят значительный вклад в обеспечение азотного питания последующих культур за счет связанного азота, поступающего в почву в составе корневых и пожнивных остатков (табл. 18 и 19).

Например, $N = 25 \cdot 5 \cdot 0,8 = 100 \text{ кг/га}$; $P_2O_5 = 25 \cdot 1,1 \cdot 0,8 = 22 \text{ кг/га}$; $K_2O = 25 \cdot 3 \cdot 0,8 = 60 \text{ кг/га}$ (табл. 20).

Таблица 20. **Хозяйственный баланс элементов питания в севообороте**

Показатель	Севооборот														
	1. Озимая рожь + пожнивная горчица на сидерат			2. Горох			3. Картофель + солоmistый навоз			4. Ячмень + клевер			5. Клевер 1-го г. п.		
Урожайность, ц/га	21 + 150			11			200 + 40 т/га			20			250 (зеленая масса)		
Масса побочной продукции (соломы), ц/га	23,1			9,4			–			20			–		
Элементы питания	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O	N	P_2O_5	K_2O
Фиксация N бобовыми культурами, кг/га	–	–	–	27,5	–	–	–	–	–	–	–	–	87,5	–	–
Поступление NPK с соломой, кг/га	9,2	3,5	23,1	9,4	1,9	10,3	–	–	–	8	3	20	–	–	–
Поступление с сидератами и пожнивно-корневыми остатками клевера, кг/га	60	19,5	57	–	–	–	–	–	–	–	–	–	125	27,5	75
Поступление с торфонавозными удобрениями, кг/га	–	–	–	–	–	–	200	100	240	–	–	–	–	–	–
Поступление NPK в среднем, кг/га	13,8	4,6	16,0	7,4	0,4	2,1	40	20	48	1,6	0,6	4,0	42,5	5,5	15,0
Вынос NPK урожаем культуры, кг/га	11,8	5,1	9,8	13,0	3,1	6,4	21,6	6,4	42,8	11,6	4,8	11,0	21,5	5,0	22,0
Баланс NPK, кг/га	+2,0	–0,5	+6,2	–5,6	–2,7	–4,3	+18,4	+13,6	+5,2	–10,0	–4,2	–7,0	+21,0	+0,5	–7,0

Содержание азота, фосфора и калия в растительной массе сидератов значительно варьирует (табл. 19). Исследования показывают, что в пожнивных сидератах в молодой растительной массе отмечается более высокое содержание азота, чем при весеннем посеве в сидеральных полях.

Некоторые исследователи и агрономы оценивают действие сидератов на урожай только первой культуры, не учитывая их последействия. При этом в расчет не принимаются такие факторы, как фитосанитарное значение сидератов, их положительное влияние на плодородие почвы и качество выращиваемой продукции. Прибавка урожая за ряд лет в последействии бывает даже выше, чем при прямом действии в первый год.

При расчете приходных статей баланса поступление NPK в 5-польном севообороте в среднем за ротацию севооборота за счет фиксации азота бобовыми культурами составило – 23 кг; поступление с соломой – азота 5,2; фосфора 1,7; калия 10,7 кг; с навозом – азота 40; фосфора 20; калия 48 кг; с сидератами и поживно-корневыми остатками клевера – азота 37; фосфора 9,4; калия 26,4 кг. Всего – азота 105,2; фосфора 31,1; калия 85,1 кг/га.

При расчете расходных статей баланса определяют вынос питательных элементов урожаями сельскохозяйственных культур. Используя данные табл. 21, определяют значения выноса основных питательных элементов в среднем на 1 га севооборотной площади.

Таблица 21. Вынос элементов питания урожаем сельскохозяйственных культур с 1 ц основной и соответствующим количеством побочной продукции на минеральных почвах, кг

Культуры	Основная продукция	Элементы питания		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	2	3	4	5
Озимая пшеница	Зерно	2,82	1,08	1,92
Озимая рожь	Зерно	2,80	1,21	2,33
Озимая рожь	Зеленая масса	0,48	0,12	0,40
Озимый ячмень	Зерно	2,50	1,11	2,50
Озимое тритикале	Зерно	2,60	1,15	2,10
Яровая пшеница	Зерно	3,04	1,16	2,47
Яровой ячмень	Зерно	2,90	1,19	2,74
Овес	Зерно	2,59	1,24	2,86
Гречиха	Зерно	3,75	1,98	4,82
Просо	Зерно	3,00	1,20	3,00
Яровое тритикале	Зерно	2,60	1,15	2,10
Люпин	Зерно	8,43	1,99	4,40
Горох	Зерно	5,89	1,40	2,90
Фасоль	Зерно	4,50	1,07	3,79
Бобы кормовые	Зерно	5,30	1,81	3,21
Сераделла	Зерно	6,00	1,80	3,80

Дерново-подзолистые: суглинистые	16	0,2	11	64	13	24
супесчаные, подстилаемые мореной	18	0,1	20	65	14	25
песчаные, подстилаемые песками	20	0,1	26	69	15	26
песчаные	39	0,1	33	78	25	34
Торфяные	39	0,1	10	122	17	37
Потери от эрозии						
Степень эродированности почвы: слабая	5	2	3	5	2	0,05
средняя	10	4	6	10	5	0,10
сильная	15	7	10	17	8	0,15
очень сильная	20	10	15	25	12	0,20

В нашем примере приходная часть по азоту на 1 га равна 41,4 кг, расход – 36,6 кг, $N = (2 + 18,4 + 21,0) - (5,6 + 10,0) - 21$, т. е. общий баланс + 4,8 кг/га (41,4 – 36,6), а интенсивность баланса составит 113 % $[(41,4 : 36,6) \cdot 100]$, что является удовлетворительным.

Интенсивность баланса по фосфору удовлетворительная (147 %).

Интенсивность баланса по калию отрицательная (–20,9 кг/га), т. е. необходимо довести разрешенное в биологическом земледелии калийное удобрение (например, сульфат калия – 48 %).

Пример расчета. $2,08 \text{ (табл. 23)} \cdot 20,9 \text{ кг/га} = 43,5 \text{ кг/га}$, при расчете необходимо стремиться к достижению удовлетворительной интенсивности калия, $35 \cdot 2,08 = 72,8 \text{ кг/га}$; $43,5 \text{ кг/га} + 72,8 \text{ кг/га} = 116,3 \text{ кг/га}$ (135 %).

Таблица 23. Процентное содержание действующего вещества в минеральных удобрениях, разрешенных в биологическом земледелии и коэффициенты пересчета элементов питания на физическую массу

Виды и ассортимент удобрений	Действующее вещество	Содержание действующего вещества, %	Коэффициент пересчета действующего вещества на физическую массу
Фосфорные			
Фосфоритная мука	P_2O_5	22,0–25,0	4,55–4,00
Алюмофосфат кальция	P_2O_5	30,0	3,33
Калийные			
Сульфат калия	K_2O	48,0	2,08
Калийная соль	K_2O	40,0	2,50
Сильвинит	K_2O	14,0	7,14

Общий баланс основных питательных элементов (азот, фосфор, калий) принято считать удовлетворительным, когда его интенсивность приблизительно равна: по азоту – 110–120 % , по фосфору – 130–150 % , по калию – 120–150 %. По данным Института почвоведения и агрохимии,

такие значения интенсивности баланса в производственных условиях обеспечивают продуктивность пашни на уровне 50–60 ц/га к. ед.

Задание 3

Рассчитать хозяйственный баланс основных питательных элементов в почве. Урожайность сельскохозяйственных культур используется из средних значений по району, области, республике или ее базовое значение (табл. 24). Расчет ведется по первому севообороту из задания 1.

Вариант 1. Гречиха – 19 ц/га, картофель – 220 ц/га, ячмень с подсевом клевера – 25 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 260 ц/га, яровая пшеница – 19 ц/га, пожнивная горохо-овсяная смесь на сидерат – 100 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 2,2; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под картофель вносилось 40 т/га солоमистого навоза.

Таблица 24. Базовая (минимальная) урожайность сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах

Сельскохозяйственные культуры	Виды продукции	Урожайность, ц/га
Озимая пшеница	Зерно	20
Озимая рожь	Зерно	20
Озимая рожь	Зеленая масса	150
Озимый ячмень	Зерно	20
Озимое тритикале	Зерно	20
Яровая пшеница	Зерно	20
Яровой ячмень	Зерно	20
Овес	Зерно	20
Гречиха	Зерно	10
Просо	Зерно	10
Яровое тритикале	Зерно	20
Люпин	Зерно	10
Горох	Зерно	10
Фасоль	Зерно	10
Бобы кормовые	Зерно	10
Сераделла	Зерно	5
Вика яровая	Зерно	10
Лен-долгунец	Волокно	5
Сахарная свекла	Корнеплоды	200
Кормовая свекла	Корнеплоды	200
Картофель столовый	Клубни	150
Кукуруза	Зеленая масса	200
	Зерно	25
Однолетние бобово-злаковые травы	Зеленая масса	150
	Сено	26
Однолетние злаковые травы	Зеленая масса	150
	Сено	26

Однолетние бобовые травы	Зеленая масса	150
	Сено	26
Многолетние бобово-злаковые травы	Зеленая масса	200
	Сено	34
Многолетние злаковые травы	Зеленая масса	200
	Сено	34
Многолетние бобовые травы	Зеленая масса	250
	Сено	43
Рапс яровой	Зеленая масса	100
	Семена	10
Рапс озимый	Зеленая масса	150
	Семена	15
Основные и промежуточные культуры: крестоцветные	Зеленая масса	80
	Зеленое удобрение	100
бобовые	Зеленая масса	80
	Зеленое удобрение	100

Вариант 2. Озимое тритикале – 28 ц/га, кукуруза на силос – 320 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 21 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 255 ц/га, горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 110 ц/га, поукосная горчица белая на сидерат – 110 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,9; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 60 т/га торфяного навоза.

Вариант 3. Озимая рожь – 25 ц/га, кукуруза на силос – 350 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 18 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 264 ц/га, овес – 22 ц/га, пожнивная горчица белая на сидерат – 120 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 2,1; 2,1; 1,9; 1,8; 1,9 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 70 т/га полужидкого навоза.

Вариант 4. Люпин на зерно – 19 ц/га, кукуруза на силос – 390 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 22 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 263 ц/га, просо – 19 ц/га, пожнивная пелюшка на сидерат – 130 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,9; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 260 т/га жидкого навоза.

Вариант 5. Озимая рожь – 29 ц/га, люпин на зерно – 22 ц/га, кукуруза на силос – 330 ц/га, овес с подсевом клевера – 22 ц/га, клевер 1 г. п. на зеленую массу – 262 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 120 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 60 т/га торфонавозного компоста (1:1).

Вариант 6. Озимая рожь – 25 ц/га, кукуруза на силос – 380 ц/га, ячмень с подсевом клевера – 20 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 260 ц/га, гречиха – 18 ц/га, пожнивная горохо-овсяная смесь на сидерат – 130 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 2,1; 2,1; 1,9; 1,8; 1,9 %. Почва

дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 60 т/га соломистого навоза.

Вариант 7. Люпин на зерно – 23 ц/га, озимая рожь с подсевом клевера – 24 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 255 ц/га, кукуруза на силос – 340 ц/га, просо – 15 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 100 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 65 т/га торфонавозного компоста (1:2).

Вариант 8. Озимая рожь – 29 ц/га, кукуруза на силос – 335 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 260 ц/га, горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 115 ц/га, поукосная горчица белая на сидерат – 110 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,9; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 60 т/га торфяного навоза.

Вариант 9. Озимое тритикале – 25 ц/га, кукуруза на силос – 290 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 20 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 262 ц/га, гречиха – 18 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 120 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 100 т/га полужидкого навоза.

Вариант 10. Люпин на зерно – 25 ц/га, кукуруза на силос – 315 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 21 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 256 ц/га, овес – 18 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 130 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,9; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 260 т/га жидкого навоза.

Вариант 11. Озимая рожь – 28 ц/га, люпин на зерно – 23 ц/га, картофель – 210 ц/га, озимая рожь с подсевом клевера – 21 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 264 ц/га, пожнивная пелюшка на сидерат – 120 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 55 т/га торфонавозного компоста (1:3).

Вариант 12. Озимая рожь – 25 ц/га, кукуруза на силос – 380 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 260 ц/га, просо – 17 ц/га, пожнивная горчица белая на сидерат – 140 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 250 т/га жидкого навоза.

Вариант 13. Люпин на зерно – 21 ц/га, озимое тритикале – 24 ц/га, кукуруза на силос – 360 ц/га, ячмень с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 263 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 110 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9;

1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 55 т/га торфонавозного компоста (1:2).

Вариант 14. Озимая рожь – 25 ц/га, кукуруза на силос – 385 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 18 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 257 ц/га, горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 112 ц/га, поукосная горчица белая на сидерат – 130 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,9; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 50 т/га торфяного навоза.

Вариант 15. Озимое тритикале – 29 ц/га, кукуруза на силос – 380 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 252 ц/га, просо – 20 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 135 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 2,1; 1,9; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 55 т/га соломистого навоза.

Вариант 16. Люпин на зерно – 22 ц/га, кукуруза на силос – 350 ц/га, озимая пшеница с подсевом клевера – 20 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 261 ц/га, овес – 19 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 125 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,9; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 95 т/га полужидкого навоза.

Вариант 17. Озимое тритикале – 28 ц/га, люпин на зерно – 21 ц/га, картофель – 225 ц/га, озимая пшеница с подсевом клевера – 25 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 263 ц/га, овес – 19 ц/га, поукосная редька масличная на сидерат – 135 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под картофель вносилось 100 т/га полужидкого навоза.

Вариант 18. Озимая рожь – 29 ц/га, озимая пшеница с подсевом клевера – 25 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 262 ц/га, кукуруза на силос – 340 ц/га, просо – 18 ц/га, пожнивная горчица белая на сидерат – 145 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 2,1; 2,1; 1,9; 1,8; 1,9 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 150 т/га жидкого навоза.

Вариант 19. Люпин на зерно – 22 ц/га, яровое тритикале с подсевом клевера – 25 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 261 ц/га, кукуруза на силос – 350 ц/га, гречиха – 18 ц/га, пожнивная пелюшка на сидерат – 135 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 60 т/га торфонавозного компоста (1:2).

Вариант 20. Озимое тритикале – 28 ц/га, кукуруза на силос – 380 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 260 ц/га, горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 152 ц/га, поукосная горчица белая на сидерат – 125 ц/га. Содержание гумуса по

полям севооборота: 1,9; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 50 т/га торфяного навоза.

Вариант 21. Озимая рожь – 25 ц/га, кукуруза на силос – 390 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 20 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 258 ц/га, просо – 18 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 125 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,9; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 70 т/га соломистого навоза.

Вариант 22. Люпин на зерно – 24 ц/га, кукуруза на силос – 350 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 259 ц/га, овес – 19 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 145 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 2,1; 1,9; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 175 т/га жидкого навоза.

Вариант 23. Озимое тритикале – 26 ц/га, люпин на зерно – 28 ц/га, картофель – 215 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 264 ц/га, пожнивная пелюшка на сидерат – 130 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под картофель вносилось 55 т/га торфонавозного компоста (1:2).

Вариант 24. Озимая рожь – 31 ц/га, кукуруза на силос – 360 ц/га, ячмень с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 263 ц/га, просо – 17 ц/га, пожнивная горчица белая на сидерат – 145 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 2,1; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 50 т/га соломистого навоза.

Вариант 25. Люпин на зерно – 25 ц/га, яровая пшеница – 19 ц/га, кукуруза на силос – 350 ц/га, ячмень с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 262 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 140 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 55 т/га торфонавозного компоста (1:3).

Вариант 26. Озимое тритикале – 34 ц/га, кукуруза на силос – 375 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 22 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 256 ц/га, горохо-овсяная смесь на зеленую массу – 155 ц/га, поукосная горчица белая на сидерат – 135 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 150 т/га жидкого навоза.

Вариант 27. Озимая рожь – 32 ц/га, кукуруза на силос – 385 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 259 ц/га, просо – 18 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 135 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,9; 2,1; 1,9; 1,8; 2,1 %.

Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 55 т/га солоमистого навоза.

Вариант 28. Люпин на зерно – 25 ц/га, кукуруза на силос – 320 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 23 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 264 ц/га, просо – 18 ц/га, пожнивная редька масличная на сидерат – 105 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под кукурузу вносилось 65 т/га соломистого навоза.

Вариант 29. Озимое тритикале – 28 ц/га, люпин на зеленый корм – 140 ц/га, картофель – 230 ц/га, яровая пшеница с подсевом клевера – 20 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 259 ц/га, поукосная редька масличная на сидерат – 125 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 1,8; 2,1; 1,9; 1,9; 2,1 %. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. Под картофель вносилось 60 т/га торфонавозного компоста (1:2).

Вариант 30. Озимая рожь – 35 ц/га, просо – 18 ц/га, ячмень с подсевом клевера – 19 ц/га, клевер 1-го г. п. на зеленую массу – 263 ц/га, кукуруза на силос – 325 ц/га, пожнивная горчица белая на сидерат – 125 ц/га. Содержание гумуса по полям севооборота: 2,1; 2,1; 1,9; 1,8; 1,9 %. Почва дерново-подзолистая связно-супесчаная. Под кукурузу вносилось 50 т/га соломистого навоза.

Задание 4

Составить для первого севооборота (из задания 1) систему удобрения сельскохозяйственных культур (табл. 25).

Таблица 25. Система удобрения культур в севообороте

Чередование культур в севообороте	Удобрения (минеральные + органические)		
	Название	Доза внесения	Срок применения

Тема 5. Обработка почвы при ведении биологического земледелия

Цель задания: научиться разрабатывать систему обработки почвы в севообороте с учетом биологического земледелия.

Задачи:

– научиться разрабатывать систему обработки почвы в севообороте с учетом уменьшения или исключения химической защиты от сорных растений;

– составить систему обработки почвы под сельскохозяйственные культуры в биологическом севообороте.

Методические указания. Системы обработки различаются по интенсивности и характеру воздействия на почву. Так, чрезмерно интенсивная обработка способствует распылению пахотного слоя, потере структуры почвы, быстрому разложению органического вещества, деградации и снижению ее плодородия, а также развитию эрозионных процессов.

Все это явилось основной причиной того, что в последнее время во многих странах технология обработки почвы меняется в сторону минимизации и энергосбережения на базе использования высокопроизводительных машин и орудий, а также широкого внедрения комбинированных агрегатов, обеспечивающих за один проход по полю полную подготовку к посеву, а иногда и посев.

Традиционная технология обработки почвы, применяемая в хозяйствах нашей республики, основана на отвальной вспашке и требует больших энергетических и трудовых затрат.

Предварительное лушение жнивья, по данным НПЦ по земледелию, снижает отрицательное действие поздних сроков обработки почвы.

Лушение жнивья проводят не позднее 3–7 дней после уборки стерневых культур и льна, что способствует сохранению «влаги затенения» под покровом растений. Своевременное лушение не только снижает засоренность посевов, но имеет фитосанитарное значение – способствует подавлению возбудителей болезней. Позднее лушение почвы не эффективно и не окупает затрат на его проведение.

Лушение проводят тяжелыми дисковыми боронами БДТ-7, дискаторами АПО-3, АПО-4, АПН-3, АПН-4, АПМ-6 на глубину 5–7 см или чизельными культиваторами КЧ-5,1, АКЧ-5,4 или КЧН-5,4 со стрельчатыми лапами 150 или 270 мм на глубину 5–7 см.

На полях, засоренных многолетними сорняками – пыреем ползучим и осотом полевым, лушение проводят на глубину 10–12 см, для чего увеличивают угол атаки дисковых борон. С целью провокации быстрого прорастания семян сорняков используются для лушения дисковые бороны в сочетании с катками, дискаторы или чизеля с приставками ПК-5,1 или ПКД-5,1. Этот прием особенно эффективен при недостатке влаги в почве в послеуборочный период. Сорные растения и падалица зерна при этом прорастают за 5–6 дней, после чего проводится следующий этап обработки.

На легко- и среднесуглинистых почвах следует проводить лушение тяжелыми дисковыми боронами и дискаторами с малым углом атаки на глубину 5–7 см.

Основная обработка почвы. Для уменьшения негативного влияния поздней пахоты применяют нетрадиционные способы основной обработки с использованием высокопроизводительных машин и комбинированных агрегатов.

Как показали исследования РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» и многочисленных научных учреждений стран СНГ и дальнего зарубежья, в севообороте отвальную вспашку можно заменить безотвальной обработкой почвы: дисковыми боронами БДТ-7, БД-10, чизельными культиваторами КЧ-5,1, КЧН-5,4.

На окультуренных, чистых от многолетних сорняков участках, планируемых для посадки картофеля, посева кукурузы и зерновых культур, зяблевая обработка может быть проведена дисковыми боронами в два следа с разрывом во времени по мере появления сорняков на глубину 10–12 см при весеннем внесении органических удобрений.

Обработку чизельным культиватором, оборудованным стрельчатыми лапами, проводят после лущения стерни через 10–15 дней на глубину 18–20 см в поперечном направлении к лущению. Запаздывание с безотвальной обработкой почвы снижает урожайность. При этом невозможно качественно обработать чизельным культиватором в октябре из-за отрастания сорняков, которые образуют плотный растительный слой, плохо разрушаемый чизельными орудиями. При отсутствии стрельчатых лап можно работать пружинными лапами длиной 65 мм, но необходимо проводить зяблевую обработку в два следа в продольном и поперечном направлении или второй след по диагонали.

В севообороте наиболее эффективна комбинированная система обработки почвы, т. е. чередование отвальной и безотвальной обработок. Так как при безотвальной обработке пласт не оборачивается и пожнивные остатки растений не заделываются полностью в почву, а лишь перемешиваются с ней, органическая масса накапливается преимущественно в верхней части пахотного слоя, то при хорошем доступе воздуха, влаги, тепла в нем происходят бурные микробиологические процессы (табл. 26).

Таблица 26. Урожайность культур севооборота при разных системах основной обработки почвы, ц/га

Вариант обработки почвы	Люпин на зерно	Ячмень	Клевер на зеленую массу	Яровая пшеница
Вспашка – 20–22 см	20,4	42,6	398	33,1
Дискование – 10–12 см	20,8	39,8	396	31,3
Чизелевание – 20–22 см	22,5	41,9	408	32,8
Плоскорезная – 20–22 см	20,6	42,2	419	31,9
Роторная (ПАН-300)	26,5	42,1	382	31,9
Комбинированная (50 % чизельной)	21,6	41,3	439	33,1

При такой обработке в пахотном слое накапливается больше влаги и он меньше иссушается по сравнению с оголенным слоем при отвальной вспашке. При безотвальной обработке на поле не остается ни развальных борозд, ни свальных гребней. Все это улучшает аэрацию, влияет на физические свойства почвы, ее биологический «тонус», предотвращает развитие эрозионных процессов.

Ежегодная вспашка на постоянную глубину способствует образованию «плужной подошвы», из-за которой нарушаются водный, воздушный и тепловой режимы почвы, в результате чего корневая система растений располагается в верхней части пахотного слоя и зачастую, в засушливых условиях вегетации, растения больше страдают от недостатка влаги. При частом внесении жидких органических удобрений в этом слое почвы происходит накопление органического вещества, которое не подвергается разложению и способствует образованию прослойки с плотностью 1,9–2,0 г/см³. В результате резко снижается урожайность возделываемых культур, нарастают водно-эрозионные процессы.

Обработка пласта многолетних трав. При обработке пласта многолетних трав – клеверов одногодичного пользования – применяется вспашка без предварительной разделки дернины.

Обработка пласта злаковых трав трех-четырех и более лет пользования требует предварительной разделки дернины чизельным культиватором, оборудованным специальными лапами длиной 10 мм. При толщине дернины до 3–5 см проводится обработка чизелем в один след, а при более мощной – в два следа вдоль и поперек.

Предварительную обработку следует проводить за 3–4 дня до основной вспашки плугами ППО-4-40, ППО-5-40 с винтовыми или полувинтовыми отвалами, оборудованными углоснимом и пером для лучшего оборачивания пласта и заделки дернины. Вспашка проводится плугом в агрегате с ППР, ПВР или специальной приставкой ПП-2,8, а при их отсутствии – с секцией кольчато-шпорового катка.

Система обработки неподнятой зяби. Эти участки обычно созревают раньше по сравнению с полями, на которых проведена основная обработка осенью. Для того чтобы уложиться в оптимальные сроки посева яровых культур, необходимо широко использовать для обработки чизельные культиваторы, оборудованные стрельчатыми лапами длиной 150 и 270 мм в сочетании с приставкой ПКД-5.1. Удобрение вносится перед обработкой, заделывается чизельным культиватором (КЧ-5,1 + ПКД-5,1) в два следа на глубину первого следа 10–12 см, второго – 14–16 см.

Весновспашка применяется только на участках, которые отводятся под пропашные культуры, а также для заделки органических удобрений. На полях, сильно засоренных пыреем ползучим, используются чизельные культиваторы в сочетании с боронами. Такая обработка успешно

применяется под культуры позднего срока сева (гречиха, кукуруза на зеленый корм и др.).

Более эффективно под пропашные и овощные культуры проводить обработку комбинированным агрегатом ПАН-300, который за один проход готовит почву и нарезает гряды для посева овощных культур или борозды для посадки картофеля. Производительность труда увеличивается при этом в 2–2,5 раза и экономия топлива составляет 19,2 кг/га.

Система предпосевной обработки почвы под яровые культуры. Весенняя обработка под яровые культуры включает в себя рыхление поверхностного слоя на заданную глубину, уничтожение сорных растений, заделку минеральных удобрений (разрешенных в биологическом земледелии), выравнивание поверхности поля, создание благоприятных условий для посева семян, их прорастания и формирования урожая. Способ обработки и глубина зависят от гранулометрического состава почвы, вида сельскохозяйственной культуры.

На легких почвах первой обработкой должно быть боронование зяби, на более связных почвах – культивация без борон на глубину 5–7 см. При предпосевной обработке следует стремиться к ее минимизации за счет сокращения количества обработок, используя комбинированные агрегаты и широкозахватные машины.

Под поздние культуры (гречиха и др.), посев которых обычно проводится в течение 2–3 недель после начала полевых работ, обязательно ранневесеннее закрытие влаги и систематические культивации, чтобы содержать почву в чистоте от сорняков и улучшать условия для почвенных биологических процессов.

На участках, в сильной степени засоренных пыреем ползучим, следует применять весенний полупар. Исследования в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» показали, что проведение 2–3 культиваций весной, а затем посев редьки масличной два раза за вегетационный период способствуют уничтожению пырея на 75–80 %.

Ранее проведенные исследования в РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» указывают на то, что только благодаря ранневесенней культивации с целью закрытия влаги была получена прибавка урожая на 6,2 ц/га. В условиях легкосуглинистых почв центральной части Беларуси срок посева яровых зерновых культур играет важную роль в формировании урожайности. Посев в оптимальный срок увеличивает урожайность зерна пшеницы на 4,0–8,1 ц/га, ячменя – 6,5–12,9 ц/га. Для предпосевной обработки почвы можно с успехом использовать чизельный культиватор в сочетании с приставкой (КЧ-5,1 + ПКД-5,1), который подготавливает почву за один проход по полю и обеспечивает урожайность пшеницы и ячменя на уровне культивации с боронованием.

Минимизация предпосевной обработки почвы как ресурсосберегающей технологии достигается комбинированными

почвообрабатывающе-посевными агрегатами, которые за один проход выполняют несколько технологических операций, что агротехнически и экономически эффективно (табл. 27).

Таблица 27. Влияние технологии с использованием комбинированного агрегата УКА-6 на урожайность зерновых и пропашных культур, ц/га

Технология	Культуры				
	Яровая пшеница	Яровой ячмень	Овес	Кукуруза	Сахарная свекла
Культивация для закрытия влаги + культивация для заделки удобрений + АКШ-7,2 + посев СПУ (СТВ-12)	48,7	29,1	24,4	308	364
УКА-6	50,8	29,8	25,0	342	408
НСР _{0,05}	3,0	2,6	1,9	—	—

При этом ускоряются сроки проведения полевых работ, улучшается их качество, сокращаются затраты труда, топлива и материально-технических средств. Так, изученный в производственных условиях агрегат УКА-6, который является почвообрабатывающе-посевной машиной с активными рабочими органами, показал высокую экономическую эффективность. Экономия топлива по сравнению с традиционной обработкой (культивация для закрытия влаги + культивация для заделки удобрений + АКШ-7,2) составляет 10–12 кг/га в зависимости от качества основной (зяблевой) обработки и гранулометрического состава почвы.

Обработка почвы под озимые культуры. Обработка почвы под озимые культуры зависит от предшественника. Основными предшественниками под озимую пшеницу являются бобово-злаковые смеси (однолетние травы), озимый рапс, клевер одногодичного пользования. Под озимую рожь – вышеназванные предшественники и стерневые: ячмень, овес, а также пласт многолетних злаковых трав.

Обработку почвы под озимые следует проводить вслед за уборкой предшественника, так как с потерей «влаги затенения» ухудшается ее качество. Для обработки полей после однолетних трав и стерневых предшественников эффективна безотвальная обработка чизельным культиватором, оборудованным стрельчатыми лапами длиной 150 или 270 мм, которые обеспечивают полное рыхление слоя почвы на глубину 8–10 см. Затем вносится удобрение, и не менее чем за 2 недели до посева проводится основная обработка почвы в зависимости от культуры: под озимую пшеницу – вспашка, под рожь – чизельная обработка. При этом более эффективен чизель с приставкой ПК-5,1 или ПКД-5,1. Глубина обработки второго прохода чизеля устанавливается на 16–18 см.

Приставки к чизелю способствуют выравниванию и прикатыванию почвы, а также измельчению и заделке в почву пожнивных остатков.

Пласт клевера одногодичного пользования обрабатывается без предварительной разделки дернины чизелем или дисками. Вспашку проводят плугами с полувинтовыми или винтовыми отвалами. При использовании плугов с культурными отвалами они должны быть оборудованы углосниками или предплужниками.

При обработке пласта многолетних злаковых трав проводится обязательная разделка дернины чизельным культиватором со специальными лапами длиной 10 мм вдоль участка, а при мощной дернине – и поперек или под углом к первому проходу чизеля. Разрыв во времени между разделкой дернины и вспашкой должен составлять не менее 2–3 дней. Исследованиями Смоленского СХИ установлено, что сухая дернина лучше заделывается в почву и большая часть органики при ее разложении идет на образование гумуса. Вспашку этих участков проводят плугами с винтовыми и полувинтовыми отвалами в агрегате с приставкой ПК-3,1 или ПВР, а при их отсутствии – с секцией кольчато-шпорового катка. Предпосевная обработка проводится комбинированным агрегатом АКШ-7,2 на глубину 4 см или боронами БЗТС-1 в диагонально-перекрестном направлении.

Почва на поворотных полосах сильно уплотняется, следствием чего весной здесь долго задерживается вода и посевы гибнут, поэтому после посева основного массива поворотные полосы необходимо дополнительно обработать чизельным культиватором, выровнять АКШ и засеять с такой же нормой высева, как и на основном участке.

Обработка почвы под поукосные и пожнивные посевы. Промежуточные культуры являются важным резервом увеличения продуктивности почв. Это культуры, которые возделываются на пашне в период времени, свободный от основных культур севооборота. В Республике Беларусь распространены поукосные, пожнивные и подсевные промежуточные посевы.

Поукосные посевы обычно возделываются после уборки озимых на зеленый корм, обработка почвы проводится так, как и при возделывании их на зерно.

Способ обработки почвы под поукосные посевы зависит от биологических особенностей культуры и почвенно-климатических условий.

На легких почвах экспериментальной базы «Уборть» Лельчицкого района поукосная пелюшко-овсяно-редькомасличная смесь по дискованию в 2 следа на 10–12 см, дискованию в 1 след на ту же глубину, чизелеванию (7–10 см) и по нулевой обработке почвы после озимого тритикале обеспечивала урожайность 191–273 ц/га. Самая низкая урожайность –

191 ц/га была получена в варианте прямого посева, где формированию более высокой урожайности препятствовала сильная засоренность посевов.

Обработка почвы под **пожнивные посевы**, которые высеваются после уборки основной зерновой культуры, отличается сжатыми сроками уборки. Для этого используют высокопроизводительные почвообрабатывающие орудия, способные заменить отвальную вспашку. Исследования лаборатории обработки почвы РУП «НПЦ НАН Беларуси по земледелию» на легкосуглинистых почвах и на легких почвах в Полесском филиале показали, что отвальную вспашку можно заменить менее энергоемкими приемами обработки чизелями или дисковыми орудиями. Урожайность зеленой массы редьки масличной достигала 197–264 ц/га и зависела от наличия влаги в почве во время вегетации. В среднем за три года урожайность составила: по вспашке – 263 ц/га, по чизелю – 272 ц/га, по дискованию – 258 ц/га и по прямому посеву – 197 ц/га.

Задание 4

Составить для севооборота (согласно заданию 1) систему обработки почвы под сельскохозяйственные культуры (табл. 28).

Таблица 28. Система обработки почвы в севообороте

Номер поля	Чередование культур	Перечень основных приемов по обработке почвы и уходу за посевами (основная, предпосевная и послепосевная обработки)	Глубина обработки, см	Орудия обработки	Время обработки (декада месяца), агротехнические сроки