

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

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

ЗЕМЛЕДЕЛИЕ. СЕВООБОРОТЫ

*Рекомендовано
учебно-методическим объединением по образованию
в области сельского хозяйства
в качестве учебно-методического пособия
для студентов учреждений, обеспечивающих получение
высшего образования I ступени по специальностям
1-74 02 01 Агронмия,
1-74 02 02 Селекция и семеноводство*

Горки
БГСХА
2022

УДК 631.582(075.8)
ББК 41.41я73
3-52

*Рекомендовано методической комиссией
агрономического факультета 29.06.2021 (протокол № 10)
и Научно-методическим советом БГСХА 30.06.2021 (протокол № 10)*

Авторы:

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. С. Мастеров*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *М. В. Потапенко*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *С. И. Трапков*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *Д. В. Караульный*

Под общей редакцией *А. С. Мастерова*

Рецензенты:

доктор сельскохозяйственных наук, профессор *Л. А. Булавин*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. А. Запрудский*

Земледелие. Севообороты : учебно-методическое пособие /
3-52 А. С. Мастеров [и др.]; под общ. ред. А. С. Мастерова. – Горки :
БГСХА, 2022. – 130 с.
ISBN 978-985-882-188-3.

В учебно-методическом пособии рассмотрены научные основы севооборотов. Даны классификация, слагающие элементы систем севооборотов, оценка сельскохозяйственных культур в качестве предшественников.

Для студентов учреждений, обеспечивающих получение высшего образования I ступени по специальностям 1-74 02 01 Агронмия и 1-74 02 02 Селекция и семеноводство, слушателей ФПК, агрономов сельскохозяйственных организаций.

УДК 631.582(075.8)
ББК 41.41я73

ISBN 978-985-882-188-3

© УО «Белорусская государственная
сельскохозяйственная академия», 2022

ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях, когда решается задача увеличения производства сельскохозяйственной продукции в нашей стране, важное значение приобретает разработка методов повышения продуктивности пашни при одновременном снижении затрат труда и средств на производство сельскохозяйственной продукции. Решение этой важной задачи требует мобилизации всех резервов, способов и методов повышения урожайности. Одним из них является введение и освоение научно обоснованных севооборотов.

Севооборот является основной составной частью системы земледелия. Значение его очень велико и рассматривается с разных точек зрения – планово-экономической, организационно-хозяйственной и агротехнической.

Учебно-методическое пособие по организации севооборотов разработано применительно к условиям Республики Беларусь. Оно направлено на оказание помощи студентам агрономического факультета при изучении в курсе «Земледелие» агротехнических основ севооборотов и предназначено для самостоятельной работы по разделу «Севообороты».

Задачи:

- 1) изучить основные термины и определения;
- 2) ознакомиться с причинами, вызывающими необходимость чередования культур;
- 3) научиться составлять научно обоснованные севообороты с учетом специализации хозяйства и почвенных разностей;
- 4) изучить принципы внедрения новых севооборотов на территории хозяйства;
- 5) научиться давать агроэкономическое обоснование севооборотов.

В результате изучения раздела студент должен **знать**:

– научные основы построения севооборотов, предшественники сельскохозяйственных культур, типы и виды севооборотов, их организацию на территории хозяйства.

Студент должен **уметь**:

– составлять схемы севооборотов, планы их освоения, давать агроэкономическую оценку севооборотам.

1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СЕВОБОРОТОВ

1.1. Понятие и определение севооборота

В комплексе всех агротехнических мероприятий, направленных на повышение урожайности сельскохозяйственных культур и плодородие почвы, важная роль отводится севооборотам.

Севооборот – это научно обоснованное чередование сельскохозяйственных культур и пара во времени и на территории (или по годам и полям) или только во времени. Каждый севооборот включает определенное число полей. Чередование культур во времени – это смена их по годам на одном поле.

Чередование по полям означает, что каждая культура севооборота последовательно проходит через все поля. Естественнонаучной основой севооборота является биологический закон единства и взаимосвязи растительных организмов и условий среды. Из этого закона вытекают принципы чередования культур – закон плодосмена. Игнорирование принципов плодосмена, например свойств почвы, связей одних растений с другими, влияние вредителей, болезней и сорняков, приводит к большому снижению урожая, его качества и в конечном итоге к непроизводительному использованию земли и других средств производства.

Чередование взаимосвязано с системой применения удобрений, обработки почвы и мероприятиями по защите растений от сорных растений, болезней, вредителей и эрозии почв.

Севообороты являются главной составной частью системы земледелия. Такое положение обуславливается многосторонним влиянием его на все стороны жизни растений и процессы, проходящие в почве.

Севооборот способствует улучшению и поддержанию благоприятных биологических и физико-химических свойств почвы, водного и пищевого режима, предупреждению распространения сорняков, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, снижению пестицидной нагрузки на почву и растения. В севообороте создаются наиболее благоприятные условия для охраны окружающей среды, расширенного воспроизводства плодородия почвы, защите ее от водной и ветровой эрозии, повышения урожайности сельскохозяйственных культур и получения высококачественной продукции. Ни один агротехнический фактор не влияет так сильно на свойства почвы, урожай культур, как севооборот.

Решение этих задач должно осуществляться не только за счет научно обоснованного чередования сельскохозяйственных культур в севообороте, но и с помощью приемов активного воздействия на почву: рациональной обработки ее, внесения органических и минеральных удобрений, борьбы с сорняками, болезнями и вредителями в соответствии с биологией возделываемых культур.

Севообороты в сочетании с культурными сенокосами, пастбищами и лесными насаждениями формируют определенный ландшафт, благоприятный для всей флоры и фауны и роста урожайности возделываемых культур.

Положительная роль севооборота этим не исчерпывается. Севооборот в земледелии имеет очень важное организующее начало. На основе севооборота строятся системы удобрения, обработки почвы и мероприятий по защите растений. Бессистемное, беспорядочное проведение мероприятий без учета того, что было выращено на поле и что будет посеяно в последующие годы, приводит к низкой их эффективности и запущенности полей.

Правильное, последовательное размещение культур в севооборотах способствует четкому оперативному планированию, производительному использованию техники и лучшей организации труда.

Севообороты являются связующим звеном всех агротехнических приемов. В севообороте выше отдача применяемых средств защиты растений, минеральных и органических удобрений. Рациональное сочетание культур в севообороте является важным средством регулирования баланса органического вещества и питательных веществ в почве, биологическим средством повышения окультуренности почв и повышения продуктивности пашни.

Рациональное хозяйствование на земле нужно начинать с организации территории и введения севооборотов. Основой севооборота служит рациональная структура посевных площадей, под которой понимается соотношение площадей под различными сельскохозяйственными культурами, выраженная в процентах к общей площади пашни.

Она разрабатывается с учетом почвенно-климатических, экономических условий и специализации хозяйства, определяемой этими условиями. Однако следует помнить, что одна структура посевных площадей еще не составляет севооборот. Можно разработать самую лучшую структуру посевных площадей, а каждую культуру, входящую в нее, высевать на одном месте. В этом случае севооборота не будет. Непременным условием его должно быть ежегодное или периодическое чередование культур, входящих в структуру посевных площадей.

Следует различать структуру посевных площадей хозяйства и посевов севооборота. Это не одно и то же. В структуре посевных площадей хозяйства площадь каждой культуры в процентах определяется от всей площади пашни, а в структуре посевов севооборота – от площади, входящей в данный севооборот. Если в хозяйстве несколько севооборотов (система севооборотов), то удельный вес площадей каждой культуры по ним может различаться в больших размерах, а средне-взвешенный процент будет представлять единый показатель общей структуры.

При построении и ведении севооборотов необходимо руководствоваться следующими основными агроэкономическими принципами:

- соответствие севооборотов местным почвенно-экологическим и организационно-экономическим условиям;

- соответствие севооборотов и структуры посевных площадей специализации хозяйства;

- обеспечение максимальной продуктивности и экономической эффективности используемой пашни при наименьших затратах энергетических и трудовых ресурсов;

- создание оптимальных фитосанитарных условий в посевах и почве для развития растений, защиты их от болезней, вредителей и сорняков;

- соблюдение агрономически допустимой концентрации посевов ведущих культур в специализированных севооборотах и размещение всех культур по биологически полноценным предшественникам на основе принципов плодосмена;

- структура севооборота в сочетании с системой удобрений должна обеспечивать расширенное воспроизводство плодородия почвы, бездефицитный и положительный баланс органического вещества в почве.

Предположим, что на определенной площади пашни необходимо разместить озимую рожь, ячмень, горох, картофель, клевер, причем каждая из этих культур должна занимать примерно одинаковую площадь. Тогда пашню делят на пять равных частей (полей), каждую из которых засевают одной из указанных культур.

В последующие годы необходима ежегодная смена культур на каждом поле, которую осуществляют в заранее установленном порядке.

Например, примем такой порядок смены указанных ранее пяти культур: первый год – ячмень с подсевом клевера, второй – клевер, третий – озимая рожь, четвертый – горох, пятый – картофель.

На шестой год на этом поле вновь будет ячмень с подсевом клевера, за которым последуют остальные культуры в том же порядке.

Период, в течение которого культуры и пар проходят через каждое поле севооборота в последовательности, предусмотренной схемой, называется ротацией севооборота. Обычно число лет ротации равно количеству полей севооборота. В нашем примере оно равно пяти годам.

Ротацию обычно изображают в виде перечня культур в порядке последовательной их смены во времени на одном и том же поле. Смену культур по всем полям показывают в виде таблицы, которую называют ротационной.

Ротационная таблица – это план размещения сельскохозяйственных культур и паров по полям и годам на период ротации севооборота.

Предположим, что на год освоения севооборота на первом поле размещают картофель, на втором – клевер, на третьем – ячмень с подсевом клевера, на четвертом – озимую рожь и на пятом размещают горох. Тогда ротационная таблица примет следующий вид (табл. 1).

Таблица 1. Ротационная таблица пятипольного севооборота

Поле	Год ротации				
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й
1-е	Картофель	Ячмень с подсевом клевера	Клевер	Озимая рожь	Горох
2-е	Клевер	Озимая рожь	Горох	Картофель	Ячмень с подсевом клевера
3-е	Ячмень с подсевом клевера	Клевер	Озимая рожь	Горох	Картофель
4-е	Озимая рожь	Горох	Картофель	Ячмень с подсевом клевера	Клевер
5-е	Горох	Картофель	Ячмень с подсевом клевера	Клевер	Озимая рожь

Часто вместо конкретных названий культур, чередующихся в севообороте, указывают лишь группы, к которым относятся данные растения, не называя конкретно каждую из них.

Так, если в нашем примере вместо пяти перечисленных культур поставить название групп, к которым они относятся, то ротация примет такой вид: яровые зерновые с подсевом многолетних бобовых трав – многолетние бобовые травы – озимые зерновые – зернобобовые – пропашные.

Такой перечень культур в порядке их чередования в севообороте называется схемой севооборота. Она отражает самые общие наиболее существенные черты ряда сходных севооборотов с различным составом культур.

вом культур, но с одинаковым соотношением и чередованием групп культур (табл. 2).

Таблица 2. Схема пятипольного севооборота

Группы культур	I севооборот	II севооборот
1. Яровые зерновые с подсевом многолетних бобовых трав	1. Ячмень с подсевом клевера	1. Яровая пшеница с подсевом донника
2. Многолетние бобовые травы	2. Клевер	2. Донник
3. Озимые зерновые	3. Озимая рожь	3. Озимая пшеница
4. Зернобобовые	4. Горох	4. Люпин на зерно
5. Пропашные	5. Картофель	5. Кукуруза

В табл. 2 приведена схема того же пятипольного севооборота и соответствующие ему два конкретных севооборота.

Как видно из табл. 2, севообороты имеют разный набор культур, но чередование групп культур идет в одном и том же порядке по одной схеме, так как замена одной культуры другой проводится в рамках данной группы. Одинаковым остается и соотношение культур: зерновые занимают два поля, а зерновые бобовые, пропашные и бобовые травы – по одному. Замена культур, относящихся к разным группам, означает уже изменение схемы севооборота.

При необходимости на одном поле можно размещать две культуры и более, если они относятся к одной и той же группе. Например, в поле озимых зерновых можно высевать рожь и пшеницу, в поле пропашных – картофель и свеклу. Поля, в которых высеваются две культуры и более, называются сборными. В сборных полях могут высеваться две и более культуры, относящиеся к разным биологическим и хозяйственным группам, но их нужно подбирать так, чтобы они стали благоприятными предшественниками для последующей культуры севооборота. Например, если в сборном поле разместить картофель и горох, в следующем году после них можно высевать ячмень или яровую пшеницу.

В отдельных случаях из севооборота может быть временно выведено поле. Поле севооборота, которое временно выводится из общего чередования культур, называется выводным полем. На нем несколько лет подряд возделывается одна культура. Обычно это могут быть многолетние травы, кукуруза и др.

Например, в севообороте: 1) овес; 2) люпин; 3) озимая рожь; 4) картофель; 5) ячмень; 6) многолетние травы на выпас (выводное поле) – шестое поле будет выведено из севооборота, так как многолетние тра-

вы будут использоваться несколько лет подряд для выпаса скота, а ротация севооборота составит пять лет, т. е. будет неполной. По истечении пяти лет многолетние травы будут высеваться в первом поле, которое станет выводным. Поэтому севообороты могут быть с неполной ротацией – когда в них есть выводные поля.

Чередование культур по годам и по полям на протяжении ротации севооборота может быть одинаковым только в случае, если все поля, входящие в севооборот, выровнены по уровню плодородия, по почвенным разновидностям, степени увлажнения, агрохимическим показателям, степени эродированности и при этом остается неизменной структура посевных площадей. В ряде случаев в хозяйствах возникает необходимость корректировки структуры посевных площадей и севооборотов, так как изменяются экономические условия ведения производства, обусловленные изменением цен на отдельные культуры, появлением новых более урожайных сортов и культур, превышающих по продуктивности старые сорта и традиционные культуры, изменением плодородия почвы и в целом технологией возделывания сельскохозяйственных культур. Поэтому в практической работе на отдельных полях приходится вносить корректировки в принятое чередование культур. В севообороте при проведении его корректировки необходимо заменять близкие по биологии группы культур.

Например, в неблагоприятные годы, погибшие при перезимовке озимые зерновые можно заменить яровыми зерновыми, многолетние травы – однолетними травами, пропашные культуры – другими пропашными и т. д. Но в последующие годы ротации севооборота необходимо придерживаться заданной схемы чередования культур. Изменения в принятое чередование культур должны проводиться на научной основе и не должны вести к нарушению агрономических принципов чередования культур в севообороте.

Современное сельское хозяйство развивается в направлении специализации. Это вызывает необходимость вводить специализированные севообороты с насыщением их ведущими культурами, на производстве продукции которых специализируются хозяйства (зерновые, лен, картофель, сахарная свекла). Так, при насыщении севооборотов зерновыми культурами приходится размещать их по зерновым. Это может иметь место и в мелкотоварных крестьянских, и в фермерских хозяйствах, где количество выращиваемых сельскохозяйственных культур ограничено. В этом случае смена культур в севообороте происходит не ежегодно, а периодически, т. е. одну и ту же культуру высевают повторно два-три года подряд (например, кукурузу), а затем ее заменяют

другой культурой. Такие посевы называют повторными, если их продолжительность меньше периода ротации. Принято считать, что повторными они будут называться, если культура ежегодно возделывается на одном и том же поле от двух до восьми лет (но лучше два года), а затем ее заменяют другой культурой. А если культура ежегодно возделывается на одном и том же поле более восьми лет подряд, то ее будут называть бессменной. Если в хозяйстве на всей площади пашни возделывается одна культура, то она называется монокультурой. Часто этими терминами пользуются как синонимами. В нашей республике примеров монокультуры нет. В зарубежных странах это могут быть посеы хлопчатника, риса.

Разные культуры неодинаково отзываются на повторное и бессменное возделывание. Например, лен при длительных бессменных посевах почти полностью погибает. Сахарная свекла и подсолнечник не выносят бессменных посевов и даже при повторных посевах резко снижают урожай. В то же время кукуруза способна относительно хорошо выносить повторные посеы, не так резко снижает урожай кормовой массы даже при выращивании на одном месте в течение трех-четырёх лет.

Исторический опыт ведения сельского хозяйства на территории современного белорусского государства показывает, что в крестьянских хозяйствах в прошлом довольно широко практиковалось размещение зерновых по зерновым, особенно часто встречались повторные посеы озимой ржи и картофеля.

И все же научные и практические многолетние опыты, проведенные в разных странах мира и различных почвенно-климатических условиях, показывают, что всегда чередование культур в севообороте имеет неоспоримое преимущество перед повторными и бессменными посевами.

На Ротамстедской опытной станции (Англия) более ста лет испытываются бессменные посеы озимой пшеницы. Эта культура, возделываемая по всем правилам агротехники, дает урожайность зерна в севообороте 78 ц/га, а в бессменных посевах в тех же условиях 36 ц/га. Аналогичные результаты получены и в опытах с бессменными посевами озимой ржи, проведенных в Галле (Германия).

В опытах ТСХА в Подольском районе Московской области (1912–1970 гг.) и на удобренном фоне (НРК) урожайность озимой ржи в севообороте была в 1,8 раза выше, чем при бессменном выращивании, и овса – в 1,6 раза.

Урожайность картофеля в первые три года бесменного возделывания не отличалась от урожайности в плодосменном севообороте. Однако в последующие три года она снизилась на 55 % на неудобренном фоне и на 40 % на удобренном.

Опыты с бесменными культурами проводятся и в различных почвенно-климатических условиях Республики Беларусь. На экспериментальной базе «Устье» (Оршанский район Витебской области) опыт с бесменными культурами проводился с 1952 г. Изучаемые культуры возделывались при рекомендуемых дозах удобрений и полной химической защите. Результаты исследований за 15 лет (1986–1995 гг.) приведены в табл. 3.

Таблица 3. Урожайность культур в севообороте и бесменных посевах, экспериментальная база «Устье»

Культуры	Урожайность, ц/га	
	В севообороте	В бесменных посевах
Озимая пшеница	51,2	16,8
Озимая рожь	48,1	40,1
Ячмень	50,0	34,1
Овес	50,1	41,9
Картофель	312,0	224,0
Кукуруза	362,0	284,0
Клевер	498,0	0 (урожай не получен)

Аналогичные исследования с полными дозами удобрений и химической защиты проводились также на экспериментальной базе «Жодино» БелНИИЗиС (ныне РУП «Научно-практический центр по земледелию НАН Беларуси») (табл. 4).

Таблица 4. Урожайность культур в севообороте и бесменных посевах, экспериментальная база «Жодино»

Культуры	Годы	Урожайность, ц/га	
		В севооборотах	В бесменных посевах
Ячмень	1992–2000	47,6	32,4
Картофель	1978–1985	386,0	121,0
Кормовая свекла	1976–1985	715,0	253,0
Кукуруза	1978–1985	469,0	479,0
Кукуруза	1986–1993	435,0	446,0
Кукуруза	1994–1997	399,0	406,0
Кукуруза	1998–2000	343,0	270,0

Результаты опытов показывают, что все культуры в разной степени при бессменном возделывании снижали урожай: из зерновых больше – озимая пшеница и ячмень, меньше – озимая рожь и овес. Картофель и кормовая свекла обеспечили меньший урожай при бессменном посеве в 3,2 и 2,8 раза. Клевер не давал урожая из-за поражения склеротиниозом (рак клевера). Кукуруза начала снижать урожай после 20 лет бессменного возделывания.

В опытах Белорусской государственной сельскохозяйственной академии прибавка урожая в севооборотах озимой ржи составила 8,8–10,5 ц/га, ячменя – 7,1–7,5 ц/га, картофеля – 55,2–58,1 ц/га, кукурузы на силос – 37,8–40,7 ц/га по сравнению с бессменным возделыванием этих культур.

1.2. История развития севооборотов

Необходимость чередования сельскохозяйственных культур подтверждалась многими теориями, а также издавна установлена практикой земледелия. Научное обоснование чередования культур появилось с развитием естественных наук. Еще в Древнем Риме о пользе чередования культур писали древнеримские ученые. Однако причины этого факта агрономической наукой длительное время не были установлены.

Одной из первых попыток объяснить это была теория, выдвинутая в 1813 г. швейцарским ботаником Декандоллем, согласно которой растения берут из почвы как необходимые, так и ненужные им вещества. Ненужные вещества, выделяясь обратно в почву, накапливаются в ней и задерживают развитие последующих (повторных) посевов данной культуры. Другие же виды растений менее чувствительны или вообще не чувствительны к ним. Эта теория была экспериментально проверена Макером, установившим, что растения выделяют через корни органические вещества, которые вредны для последующих посевов тех же растений, но не вредят другим растениям, а, напротив, служат им пищей.

В начале XX в. были обнаружены токсические вещества, выделяемые корнями растений. Было выявлено, что вещества, выделяемые корнями пшеницы, вредны для этой же культуры и не вредны для других, отличающихся по биологии с пшеницей, культур. В дальнейшем факты накопления токсических веществ в почве при бессменном возделывании зерновых, сахарной свеклы, льна и других культур отмечены многими отечественными и зарубежными учеными. Это явление было названо «почвоутомлением». В настоящее время общепринято,

что почвоуготмение является сложным комплексным явлением, обусловленным многими причинами: уменьшением содержания в почве микроэлементов, односторонним истощением почвы в отношении минеральных питательных веществ, накоплением нематод, фитопатогенных микроорганизмов, снижением активности ферментов, бактерий и др. Чередование разных по биологии культур быстро устраняет эти причины.

С развитием теории плодосмена необходимость чередования культур стали обосновывать с точки зрения теории почвенного питания растений.

Немецкий ученый Теер (1752–1828) сделал попытку объяснить снижение урожая при непрерывной культуре с позиции «гумусовой» теории. Все сельскохозяйственные культуры он подразделил на две группы: обогащающие почву гумусом и обедняющие ее. Такое деление культур на группы основано на утверждении Теера, что растения питаются гумусом. К первой группе он относил зерновые и травы, ко второй – картофель, корнеплоды, лен и другие культуры, при уборке которых из почвы извлекаются клубни или корни.

По Тееру, чередование культур необходимо и для борьбы с сорными растениями. Он писал: «для истребления сорных трав весьма нужно учредить плодосмен в посевах растений, ибо некоторые хлебные породы более других не препятствуют их росту и не мешают им созревать, между тем как другие не терпят подле себя сорных трав».

Первое его положение (гумусовое питание растений) в дальнейшем оказалось ошибочным, второе (борьба с сорными растениями) в некоторой степени не утратило значимости и в настоящее время.

Его соотечественник Либих (1803–1873), разработавший теорию минерального питания растений, считал основной причиной снижения урожайности при повторных и бессменных посевах одностороннее истощение почвы элементами минерального питания в результате их выноса из почвы. На основании того, что растения потребляют не в одинаковом соотношении питательные вещества, снижение урожая обуславливается недостатком одних и неустраиваемым избытком других элементов.

Известный русский ученый профессор М. Г. Павлов (1793–1840) в 1838 г. в работе «Плодопеременение как закон природы и первое правило для составления севооборота» подчеркивал, что севооборот нужен потому, что чередование различных по условиям агротехники и биологическим особенностям культур (пропашных, зерновых, бобовых) улучшает физические свойства почвы, прежде всего, ее острукту-

ренность, плотность, аэрацию, а потому замедляет ее истощение. По сути, М. Г. Павлов соединил два фактора чередования культур – физический и химический.

С открытием в 80-х гг. XIX столетия Гельригелем (Германия) симбиоза бобовых культур с клубеньковыми бактериями с фиксацией через них и усвоения атмосферного азота бобовыми чередование их с небобовыми обосновывалось использованием азота, накопленного бобовыми культурами, размещаемыми после них культурами других семейств.

В этот же период начало развиваться и другое направление в теории чередования культур, которое нашло свое полное отражение в трудах П. А. Костычева и В. Р. Вильямса. Они объясняли падение плодородия почвы при возделывании только однолетних культур ухудшением физических ее свойств, в частности, утратой прочной структуры. В результате ухудшались водный и пищевой режимы, развивалась эрозия почвы.

В. Р. Вильямс (1863–1939) разделил все культуры на улучшающую почвенную структуру и ухудшающую ее. На этом основании утверждалось, что в севообороте после растений, которые не оказывают положительного действия на структуру или способствуют ее разрушению, должны следовать культуры, улучшающие структуру почвы (многолетние травы). Таким образом, был сделан вывод о необходимости периодической смены культуры однолетних растений посевом смеси многолетних бобово-злаковых трав. Эта теория в дальнейшем стала основой травопольных севооборотов.

А. В. Советов придавал большое значение фитосанитарному фактору при обосновании необходимости чередования культур. Накопление в почве возбудителей болезней, вредителей и сорняков он считал одной из важнейших причин снижения урожаев при повторной и бессменной культуре.

Недостатком всех указанных выше теорий чередования культур была их однородность. Между тем сельскохозяйственные культуры и применяемая агротехника оказывают разностороннее и глубокое влияние на почву и урожайность последующих культур.

1.3. Причины чередования культур в севообороте

В современных теориях севооборота учитывается все многообразие причин, вызывающих необходимость чередования культур. Д. Н. Прянишников объединил эти причины в четыре группы: химического по-

рядка; физического порядка; биологического порядка; экономического порядка. Значение той или иной группы причин изменяется в зависимости от природных условий и уровня агротехники. Ведущую роль имеют те, которые действуют на фактор жизни растений, находящийся в данных условиях в минимуме.

Причины химического порядка. Возделываемые сельскохозяйственные культуры используют неодинаковое количество элементов питания из почвы. Картофель и сахарная свекла требуют больше питательных веществ по сравнению с зерновыми культурами и иного соотношения между азотом, фосфором и калием. Если зерновые культуры берут из почвы в среднем примерно одинаковое количество азота и калия, а фосфора – половину этого количества, то картофелю необходимо калия в 1,5 раза больше, чем азота, и почти в 4 раза больше, чем фосфора. Это подтверждают результаты исследований и в условиях Беларуси, проведенные в БелНИИЗиС. В результате неодинакового выноса элементов питания при бессменном возделывании культуры происходит обеднение почвы отдельными элементами. При чередовании культур питательные вещества потребляются более равномерно и исключается одностороннее истощение почвы.

Чередование культур необходимо также и потому, что различные культуры имеют неодинаковую способность усваивать питательные вещества почвы. Корневая система таких культур, как лен, сахарная свекла, пшеница, способна усваивать элементы питания только из доступных легкорастворимых соединений. Такие же культуры, как люпин, гречиха и некоторые другие, используют фосфор из труднорастворимых форм и после разложения корней и поверхностных остатков оставляют для последующих культур доступные его формы. Клевер наряду с большим потреблением калия способствует накоплению в пахотном слое усвояемых форм за счет труднодоступных соединений и потребления из более глубоких подпахотных слоев. Аналогично влияют также пожнивные и бобовые культуры.

Анализируя причины химического порядка, необходимо учесть, что имея различную по глубине проникновения корневую систему, растения извлекают питательные вещества из разных горизонтов почвы. Бобовые культуры, имеющие глубоко проникающую в почву корневую систему, извлекают эти вещества из глубоких слоев, не истощая поверхностный слой пашни. В то же время злаковые культуры, имея мочковатую корневую систему, используют питательные вещества из верхних слоев почвы.

Чередование культур с различными корневыми системами позволяет полнее использовать питательные вещества в почве.

Вынося из почвы много питательных веществ, растения оставляют после уборки, как это было отмечено выше, разное количество корней и пожнивных остатков. Органические остатки имеют неодинаковую массу и химический состав. В результате культуры по-разному оказывают влияние на обогащение почвы питательными веществами, частично компенсируют их вынос из почвы.

Количество и качество корневых и поверхностных растительных остатков, поставляемых в почву, оказывает влияние и на баланс органического вещества. По этим показателям между культурами наблюдаются очень большие различия. По данным Белорусского научно-исследовательского института земледелия и селекции полевые культуры по количеству оставляемой в почве органической массы (1 ц абсолютно сухого вещества на 1 га) располагаются в убывающий ряд: многолетние травы (клевер, клевер + тимофеевка 1–2 лет использования, люцерна – 50,4–78,4 ц) – зерновые колосовые (25,2–32,1 ц) – однолетние бобовые и бобово-злаковые культуры на зеленую массу (люпин, вика яровая, пелюшка и их смеси с овсом, сераделла 13,5–28,1 ц) – кукуруза (25,2 ц) – корнеклубнеплоды (кормовая и сахарная свекла, морковь, брюква, картофель (6,2–11,2 ц).

Наибольшее количество органического вещества от корневых и поверхностных растительных остатков поступает в почву в севооборотах с многолетними бобовыми и бобово-злаковыми травами и наименьшее – в севооборотах, насыщаемых пропашными культурами.

Известно также, что бобовые травы накапливают в почве азот за счет фиксации его из воздуха. По данным, полученным на кафедре кормопроизводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, клевер первого года пользования оставлял в слое почвы 0–20 см до 66 кг/га азота, что равноценно внесению почти 2 ц/га аммиачной селитры. В опытах БелНИИЗиС клевер и люцерна при урожае зеленой массы свыше 500 ц/га накапливали его 83–90 кг/га. Кроме того, бобовые растения обогащают почву кальцием и фосфором.

При возделывании зерновых культур часть взятых ими из почвы веществ возвращается с соломой, используемой в подстилку скоту, на корм и запашку. Почти все питательные вещества, взятые из почвы кормовыми культурами, поступают обратно в почву с навозом. У льна-долгунца, напротив, почти все питательные вещества отчуждаются из почвы, остается лишь небольшая часть их с корнями и может вернуться со жмыхами, если они будут скормлены скоту в том же хозяйстве.

Эти особенности сельскохозяйственных культур по их выносу и обогащению почвы питательными веществами должны учитываться при их чередовании в севообороте.

Причины физического порядка. В зависимости от биологических особенностей и агротехники сельскохозяйственные культуры неодинаково влияют на физические свойства почвы (плотность, структуру и строение пахотного слоя почвы). Поэтому в процессе их произрастания и после уборки условия водного, воздушного и теплового режимов почвы складываются по-разному. Более благоприятно они складываются на почвах с оптимальным строением пахотного слоя. На таких почвах растения меньше страдают от недостатка влаги в засушливые периоды ввиду лучшей их водоудерживающей способности и лучше переносят условия избыточного увлажнения в связи с лучшей их водопроницаемостью.

Многолетние травы (бобовые и бобово-злаковые смеси) улучшают структуру и водопроницаемость почвы, а также предохраняют пахотный слой от ветровой и водной эрозии.

В опытах БГСХА в севообороте с клевером двухлетнего использования количество водопрочных агрегатов составило 59,8 %, а при бесменном возделывании ржи – 46,4 %. В севообороте с клевером наблюдалась меньшая плотность и лучшая аэрация почвы, чем в бесменных посевах зерновых культур.

На структуру почвы в значительной степени влияют бобовые культуры. Пожнивные остатки и корни бобовых, разрушаясь в почве при слабом доступе воздуха и высокой влажности, способствуют образованию водопрочных агрегатов, хотя и в меньшей степени, чем многолетние травы.

Из зерновых культур большей способностью структурообразования и защиты ее от разрушения обладают озимые с более развитой корневой системой и длинным периодом вегетации. Пропашные культуры, особенно картофель и корнеплоды, меньше влияют на образование структуры. Они имеют меньшую массу корней и интенсивно механически обрабатываются в период вегетации.

По степени влияния на разрушение структуры культуры располагаются в обратном порядке. Сильнее она разрушается под пропашными, меньше под зерновыми и еще меньше под многолетними травами.

Однако пропашные культуры благодаря внесению под них органических удобрений и междурядным обработкам благоприятно влияют на физические показатели плодородия почвы, ее биологическую активность и пищевой режим. Почва после их уборки имеет менее плот-

ное состояние, чем после зерновых и многолетних трав. Культуры сплошного сева сильнее иссушают почву по сравнению с пропашными, которые способствуют большему накоплению влаги в более глубоких горизонтах, что объясняется увеличением водопроницаемости почвы после рыхления междурядий.

При выращивании однолетних культур сплошного сева, таких как зерновые, лен, однолетние бобово-злаковые смеси наблюдается уплотнение почвы, которое приводит к повышению капиллярной пористости, снижению аэрации. В свою очередь, уменьшение воздухоёмкости почвы влечет за собой усиление восстановительных реакций, что приводит к образованию закисных соединений железа, марганца, алюминия. Особенно сильно это сказывается на почвах среднетяжелого гранулометрического состава – глинах и суглинках. Как известно, закисные соединения ядовиты для корневых систем растений. Из-за этого происходит снижение урожайности сельскохозяйственных культур.

С другой стороны, на почвах легкого гранулометрического состава (супесях и песках) при выращивании пропашных культур резко возрастает некапиллярная пористость, и без того намного превышающая капиллярную.

Как результат этого – быстрое испарение влаги и снижение влажности до уровня, угрожающего формированию полноценного урожая.

Это объясняет положительное влияние на эти показатели смены культур в полях севооборота.

Следует отметить и то, что такие группы культур, как бобовые травы и зернобобовые, имея глубоко проникающую корневую систему, которая оказывает разрыхляющее на почву действие, способствуют снижению ее плотности. Так, в опытах, проведенных на кафедре земледелия БГСХА, плотность дерново-подзолистой легкосуглинистой почвы после двухгодичного использования клеверотимофеечной травосмеси составила $1,32 \text{ г/см}^2$, в то время как после зерновых, высеваемых два года подряд, – $1,39\text{--}1,42 \text{ г/см}^2$. Поэтому возделывание бобовых трав в земледелии связывают с понятием «биологическое рыхление почвы».

С физическими свойствами связан водно-воздушный режим. Более благоприятно он складывается на почвах с оптимальным строением пахотного слоя. На таких почвах растения меньше страдают от недостатка влаги в засушливые периоды ввиду лучшей их водоудерживающей способности и лучше переносят условия избыточного увлажнения в связи с лучшей их водопроницаемостью. Почва с хорошей водо-

прочной структурой и оптимальным строением лучше поглощает влагу, предотвращая поверхностный сток воды и разрушение ее от эрозии.

Таким образом, в севообороте следует чередовать многолетние травы с однолетними культурами, непропашные культуры с пропашными. Это положительно влияет на состояние физических свойств почвы, более рациональное использование влаги и атмосферных осадков.

Наряду с чередованием культур в севооборотах физические свойства почвы улучшаются также путем внесения органических удобрений (навоз, компосты, сидериты).

Причины биологического порядка. Биологические причины чередования культур заключаются, прежде всего, в том, что при длительном возделывании культуры на одном и том же участке отмечается быстрый рост засоренности посевов сорными растениями определенных видов, распространение специфических вредителей и болезней, накопление токсических веществ в почве.

В Беларуси встречаются 300 видов сорных растений, на пахотных землях зарегистрировано 174 вида, из них наиболее распространены 40 видов, причиняют вред 100 видов болезней, более 65 опасных видов вредителей. Общеизвестно, что потери урожая при отсутствии эффективной защиты растений достигают 30–50 % и более.

Многие сорные растения приспособляются к определенным культурным растениям. Так, куколь обыкновенный, ярутка полевая, пастушья сумка, василек синий на территории Беларуси произрастают преимущественно в посевах озимой пшеницы и ржи. Куриное просо, щетинник, щирица засоряют главным образом посевы картофеля, кукурузы. Яровые сорняки – марь белая и редька дикая приспособлены к яровым культурам. Особенно сильно страдают от сорняков посева льна, быстро засоряются повторные посева яровой пшеницы, ячменя, овса, люпина.

Смена возделываемых на каждом поле культур путем правильного их чередования в севообороте значительно снижает засоренность посевов. Так, посева озимых культур засоряются озимыми, зимующими и многолетними сорными растениями. Они будут надежно уничтожаться при обработке почвы весной под яровые, которые будут сменяться озимыми. В то же время в посевах озимых хорошо уничтожаются яровые сорняки. Если чередовать между собой ранние и поздние яровые культуры, то первые не допустят развития поздних сорняков, а вторые – ранних яровых, которые будут уничтожаться предпосевной обработкой.

Сельскохозяйственные культуры имеют разную биологическую способность противостоять сорным растениям. Как известно, сильнее засоряются и угнетаются сорняками культуры с медленным ростом в начальный период после посева, а также с менее развитой надземной частью и слабыми корнями. К этой группе относятся яровая пшеница, горох, сахарная свекла, лен, люпин. Более устойчивы к сорнякам озимые зерновые, многолетние травы. Хорошо уничтожаются сорняки в период междурядных обработок при возделывании пропашных культур.

Таким образом, в севообороте борьба с сорняками осуществляется за счет чередования культур – биологически слабо и сильно подавляющих сорняки, пропашных и сплошного сева, озимых и яровых, поздних и ранних сроков посева.

Растения по-разному реагируют на вредителей и болезни. В Беларуси частое повторение посевов озимой и яровой пшеницы способствует большому распространению таких вредителей зерновых культур, как жужелица, хлебный пилильщик, шведская и гессенская муха, озимая совка и др.

Зерновым культурам большой ущерб наносят грибы рода *Fusarium* *afbobolus* и др., вызывающие корневые гнили. В наибольшей степени они поражают озимую и яровую пшеницу и ячмень, в меньшей – озимую рожь и почти не поражают овес. Действие корневых гнилей возрастает при посеве зерновых культур, восприимчивых к этим заболеваниям в повторных и бессменных посевах. Источником инфекции бывают семена, растительные остатки и почва. И. Дебрук (1981) приводит многолетние данные по севооборотам ФРГ, показывающие, как в зависимости от насыщения севооборотов зерновыми культурами увеличивается их поражение корневыми гнилями (табл. 5).

Таблица 5. Удельный вес зерновых, урожай зерна и поражение корневыми гнилями в севооборотах

Показатели	%					
	Удельный вес зерновых в севообороте	65	75	80	83	86
Относительный урожай зерна	100	95	91	82	85	88
Поражение корневыми гнилями	13	31	45	69	72	90

Данные, приведенные в табл. 5, показывают, что с увеличением удельного веса зерновых культур в севообороте повышается поражение их корневыми гнилями. Так, при насыщении севооборотов зерновыми культурами до 88 % поражение корневыми гнилями составило

90 %, тогда как при удельном весе зерновых культур, составляющем 65 %, этот показатель был равен всего лишь 13 %.

Для оздоровления почвы и снижения поражаемости растений следует избегать или ограничивать повторные посевы, вводить в севооборот пропашные культуры, при возделывании которых быстрее разлагаются растительные остатки, а также включать бобовые культуры. Период полного оздоровления связан с чередованием культур и временем возврата культуры на прежнее поле. Помимо корневых гнилей при повторных посевах колосовых возрастают заболевания мучнистой росой, бурой ржавчиной, пыльной головней и др.

Картофель при повторных посевах в большей степени, чем в севообороте, поражается фитофторой, черной ножкой, кольцевой гнилью, паршой. Носители инфекции – почва и растительные остатки. Оздоровление почвы и степень снижения урожая зависят от длительности перерыва между посадками картофеля. По данным опытов БелНИИЗиС, при возврате картофеля на прежнее поле в севообороте через 7 лет урожайность составила 386 ц/га, через 3 года – 385, через 2 – 381, через 1 – 351 и в бессменных посевах в течение 8 лет – 121 ц/га. При возврате через 1 и 2 года, особенно в бессменных посевах, наблюдалось сильное поражение болезнями, больше всего паршой.

Сахарная и кормовая свекла в повторных посевах и частом возврате на прежнее место сильно повреждаются корнеедом, церкоспорозом, мучнистой росой, их инфекция сохраняется в оставшихся на поле частях растений, в почве. По данным опытов БелНИИЗиС, при возврате кормовой свеклы на прежнее место в севообороте через 6 лет урожайность составила 715 ц/га, через 3 года – 648, через 3 года на удвоенной дозе навоза – 703, через 1 год – 459, через 1 год на удвоенной дозе навоза – 542, в повторных посевах в течение 7 лет – 253 ц/га. Основная причина снижения урожая – сильное поражение корнеедом и в результате изреженность посевов.

Лен-долгунец – одна из наиболее чувствительных к болезням культура. Наибольшую опасность представляют грибные болезни, в частности, фузариоз. Источником инфекции служат растительные остатки и почва. Современные новейшие сорта требуют интервала между посевами льна не менее 3–4 лет.

Клевер при частом возвращении на прежнее место сильно повреждается грибными болезнями, в частности, склеротиниозом (рак клевера), против которого кроме соблюдения плодосмена в севообороте нет эффективных мер борьбы. По данным опытов БелНИИЗиС, при возвращении на прежнее место через 7 лет урожайность зеленой массы

составила 526 ц/га, через 3 года – 495, через 2 – 338, через 1 – 262 ц/га или менее 50 % в сравнении с возвратом через 7 лет. Минимальный перерыв должен быть не менее 3 лет.

Большой вред при повторных и бессменных посевах, а также при размещении культур по неблагоприятным предшественникам, наносят вредители, обитающие в почве и растительных остатках. Научно обоснованное чередование культур снижает степень поражения многими вредителями. Для картофеля большую опасность представляют нематоды. Это одна из причин сильного снижения урожая в крестьянских хозяйствах при монокультуре картофеля. Большой вред они наносят также сахарной свекле. Поэтому концентрация посевов сахарной свеклы в севообороте не должна превышать 20–25 %.

Под многолетними травами, особенно при использовании более 2 лет, а также при повторном возделывании зерновых в течение нескольких лет в почве увеличивается численность проволочника. Особенно сильно повреждаются проволочником при размещении после многолетних злаковых трав посевы кукурузы, картофеля. Сильно снижают урожай по этой причине также пшеница, ячмень.

Среди причин снижения урожайности в бессменных посевах одной из главных, как считают многие ученые, является накопление в почве токсических веществ, выделяемых микроорганизмами и корнями данного растения. Эти специфические вещества токсичны для одной, постоянно произрастающей культуры, и не опасны для других. В науке признано, что накопление токсических веществ в почве – одна из основных причин, вызывающих так называемое «почвоутомление», ведущее к снижению урожая.

Возделываемые в севообороте культуры по разному влияют на биогенность почвы. А. Н. Каштанов (1988) расположил культуры по общему количеству бактерий, установленному в культуре на питательной среде в убывающем порядке: эспарцет – горох – кукуруза – озимая пшеница – ячмень. Поэтому при чередовании культур в севообороте при поступлении в почву негумифицированных растительных остатков различного химического состава их разложение активизируется, происходит новообразование гумуса, что создает более высокий уровень эффективного плодородия почвы.

При бессменных посевах отмечается затухание микробиологических процессов, имеет место биологическое закрепление азота. Поэтому при повторных посевах зерновых на одном и том же поле приходится вносить большие дозы азотных удобрений, а это ведет к повы-

шению содержания в урожае вредных для организма человека и животных нитратов.

Помимо этого, в почве накапливаются полуразложившиеся остатки зерновых культур, на которых поселяется грибная микрофлора, многие компоненты которой выделяют токсические вещества. В связи с этим повторные посевы зерновых по зерновым культурам имеют негативные последствия как для урожайности, так и для плодородия почвы.

С другой стороны, такие культуры, как бобовые, крестоцветные, корнеплоды, имеют биомассу с повышенным содержанием азота. У этих культур имеет место быстрое разложение послеуборочных остатков и высвобождение минеральных веществ. Учитывая это, если чередовать культуры разных групп, например, озимые зерновые с горохом или люпином, корнеплоды с ячменем, то за счет азота бобовых и корнеплодов повышается биогенность почвы, возрастает количество микроорганизмов, обеспечивается разложение растительных остатков зерновых культур.

Из всего этого можно сделать вывод, что повышение биогенности почвы, достигаемое чередованием культур в севообороте, усиливает круговорот веществ, исключает возможность накопления токсинов и проявления почвоутомления. Севооборот создает благоприятное соотношение между процессами новообразования и разложения гумусового фонда почвы, что обеспечивает сохранение и повышение ее плодородия.

Причины экономического порядка. Экономические причины чередования культур обусловлены необходимостью эффективной структуры посевных площадей, являющейся экономической основой построения севооборота. Состав культур и их соотношение определяются исходя из почвенно-климатических условий, специализации хозяйства, потенциальных возможностей культур и ценовой политики в сельском хозяйстве с тем, чтобы обеспечить наибольший выход продукции и наивысшую рентабельность при ее производстве. В результате повышения урожайности культур в севообороте по сравнению с повторными и бессменными посевами увеличивается выход продукции с 1 га севооборотной площади в денежном выражении, повышается чистый доход, снижается себестоимость продукции. В севообороте более рационально и эффективно используется рабочая сила, сельскохозяйственная техника.

Возделываемые сельскохозяйственные культуры в силу своих биологических особенностей и различий в технологии возделывания требуют далеко не одинаковых материальных затрат (горючесмазочных

материалов, удобрений, семян, химических средств защиты растений, используемой техники). Одновременно при оптимальных условиях возделывания они обеспечивают разную продуктивность. Это обуславливает неодинаковую их энергетическую эффективность.

В связи с этим очень важным фактором ресурсосбережения в сельскохозяйственном производстве являются рациональная структура посевных площадей и севооборот.

По данным лаборатории севооборотов БелНИИЗиС, на производство 1 ц сухого вещества урожая затраты совокупной энергии (в виде вышеназванных материальных затрат, выраженных в МДж) составили: у клевера – 93,1, люцерны – 84,2, злаковых трав – 225, горохо-овсяной смеси на зеленую массу – 271, кукурузы на силос – 526, зерновых – 300, картофеля – 604. Совокупные материальные затраты, выраженные в условном топливе на производство 1 ц кормовых единиц, составили, кг: у клевера и люцерны – 3,3, злаковых трав – 10,2, горохо-овсяной смеси на зеленую массу – 11,0, кукурузы на силос – 15,0, картофеля – 19,3, корнеплодов – 14,7. Коэффициент энергетической эффективности (отношение энергии продукции урожая к совокупным энергетическим затратам), характеризующий степень энергоотдачи, равен: у клевера – 11,1, люцерны – 10,7, горохо-овсяной смеси на зеленую массу – 4,2, злаковых трав – 3,8, корнеплодов – 3,6, кукурузы – 1,7, картофеля – 1,5, зерновых – 3,4. Относительно высокие совокупные затраты у злаковых трав обусловлены применением азотных удобрений. Полученные результаты исследований свидетельствуют о том, что за счет совершенствования структуры трав, замены злаковых травостоев бобовыми затраты минерального азота в севооборотах можно снизить до 40 %.

Все это приводит к повышению эффективности использования земли, что является конечной целью любого севооборота.

2. ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР КАК ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

2.1. Оценка полевых культур как предшественников

Предшественник – это культура или пар, занимавшие данный участок (поле севооборота) в прошлом году. При размещении культур по полям севооборота нужно учитывать физические, химические, биологические факторы, создаваемые предшествующей культурой. Каждая высеваемая культура в силу особенностей в биологии развития и специфики технологии выращивания оказывает неодинаковое влияние на плодородие почвы и фитосанитарное состояние, рост, развитие, урожайность и качество урожая последующей культуры.

Основой правильного чередования культур в севообороте является размещение каждой культуры по лучшему для нее предшественнику и создание благоприятных условий для последующей культуры. На основании оценки культур как предшественников, все основные сельскохозяйственные культуры можно разделить на три группы: 1) предшественники хорошие, после которых урожайность последующей культуры составляет от 100 до 95 % от потенциальной; 2) предшественники возможные, после которых урожайность последующей культуры составляет от 94 до 90 % от потенциальной; 3) предшественники, по которым размещать культуры нецелесообразно, так как урожайность последующей культуры снижается более чем на 10 % (табл. 6, 7, 8, 9). При выделении этих групп исходят из объединения растений, близких по биологическим свойствам или применяемой агротехнике.

По влиянию на последующие культуры севооборота все предшествующие располагают в порядке снижения их ценности в следующей последовательности: пары, многолетние бобовые и бобово-злаковые травы, зернобобовые культуры, пропашные культуры, озимые зерновые культуры, яровые зерновые культуры, технические (непропашные) культуры. Эта градация носит относительно условный характер, так как оценка предшественников может изменяться в зависимости от количества вносимых удобрений, системы обработки почвы, почвенно-климатических и других условий.

Лучшими предшественниками по влиянию на урожайность последующих культур и продуктивность севооборота считаются пары. *Пар* – это поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур в течение определенного периода времени и систематически обрабатываемое в целях борьбы с сорняками. Пары могут быть чистыми и занятыми.

Таблица 6. Схема определения правильного размещения культур в полях севооборота на почвах легкого гранулометрического состава (пески, супеси на песках)

Культуры	Озимые рожь и тритикале	Озимая пшеница	Ячмень	Яровые пшеница, тритикале	Овес	Гречиха	Люпин	Горох	Вика	Картофель	Лен	Сахарная свекла	Кормовая свекла	Кукуруза	Люпин на корм	Однолетние травы	Клевер, люцерна	Многолетние травы	Вико-овсяная, горохо-овсяная, люпино-овсяная смеси	Рапс озимый	Рапс яровой
Озимые 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
Яровые пшеница и 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	–	–
Вико-овсяная, горохо-овсяная, люпино-овсяная 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 7. Схема определения правильного размещения культур в полях севооборота на почвах связного гранулометрического состава

Культуры	Озимые рожь и тритикале	Озимая пшеница	Ячмень	Яровые пшеница, тритикале	Овес	Гречиха	Люпин	Горох	Вика	Картофель	Лен	Сахарная свекла	Кормовая свекла	Кукуруза	Люпин на корм	Однолетние травы	Клевер, люцерна	Многолетние травы	Вико-овсяная, горохо-овсяная, люпино-овсяная смеси	Рапс озимый	Рапс яровой
Озимые 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
Яровые пшеница и 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	100	96	96	95	87	77	83	90	96	98	95	90	98	95	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	–	–
Вико-овсяная, горохо-овсяная, люпино-овсяная 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.

Таблица 8. Классификация предшественников под полевые сельскохозяйственные культуры

Культуры (срок возврата на прежнее место, лет)	Предшественники		
	хорошие	возможные	недопусти- мые
1	2	3	4
Озимая рожь (1–2)	Люпин кормовой, вико-овсяная, горохо-овсяная и бобово-крестоцветные смеси обычных и поукосных посевов после озимой ржи на зеленую массу, подсевная сераделла под озимую рожь на зеленую массу, клевер 1-го года пользования, клеверо-злаковая смесь 2-го года пользования, люцерна, горох, люпин на зерно, картофель ранний, озимый рапс	Многолетние злаковые травы, лен, ячмень и овес по бобовым и пропашным, гречиха, кукуруза на зеленый корм	Озимая рожь, озимая и яровая пшеница
Озимая пшеница, озимое тритикале (2–3)	Люпин кормовой, вико-овсяная, горохо-овсяная и бобово-крестоцветные смеси, подсевная сераделла под озимую рожь на зеленую массу, клевер, люцерна, горох, люпин на зерно, картофель ранний, озимый рапс	Кукуруза на зеленый корм, овес по бобовым и пропашным, гречиха	Пшеница, тритикале, озимая рожь, ячмень, многолетние злаковые травы
Яровой ячмень, (1–3)	Картофель, кукуруза, кормовая и сахарная свекла, клевер, люцерна, зернобобовые, бобово-злаковые смеси на корм, крестоцветные	Лен, овес, гречиха, озимая рожь + пожнивные на зеленое удобрение	Ячмень, пшеница, озимая рожь, многолетние злаковые травы
Яровая пшеница, яровое тритикале (2–3)	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на корм, клевер, люцерна, крестоцветные	Гречиха, овес, лен	Пшеница, озимая рожь, ячмень, многолетние злаковые травы
Овес (1–2)	Пропашные, зернобобовые, однолетние бобовые и бобово-злаковые смеси на корм, клевер, клеверо-злаковые смеси, люцерна, озимая рожь	Многолетние злаковые травы, лен, гречиха, озимая и яровая пшеница, ячмень	Овес
Гречиха (1–3)	Пропашные, зернобобовые, бобовые на корм, озимые зерновые, крестоцветные	Ячмень, яровая пшеница, лен, озимая рожь на зеленый корм в промежуточных посевах	Гречиха

Продолжение табл. 8

1	2	3	4
Горох (3–4)	Пропашные, озимые зерновые, ячмень, яровая пшеница, гречиха	Лен	Однолетние и многолетние бобовые, овес (опасность поражения нематодой)
Вика на зерно (3–4)	Озимые и яровые зерновые, гречиха	Многолетние злаковые травы, лен	Однолетние и многолетние бобовые, рапс
Люпин на зерно (3–5)	Озимые и яровые зерновые, гречиха	Многолетние злаковые травы, гречиха, лен	Однолетние и многолетние бобовые, рапс
Лен (3–4)	Озимые и яровые зерновые по пласту многолетних трав	Овес, яровая пшеница, ячмень, многолетние злаковые травы	Лен
Рапс озимый, озимая сурепица (3–4)	Однолетние бобово-злаковые травы на зеленый корм, ранний картофель	Ячмень, озимая рожь, пшеница, тритикале более ранних сортов	Рапс, сурепица, другие крестоцветные, горох, клевер, подсолнечник
Рапс яровой (3–4)	Яровые зерновые культуры	Озимые зерновые	Рапс, другие крестоцветные, горох, клевер, лен, сахарная свекла
Горчица белая, редька масличная (3–4)	Яровые зерновые культуры, клевер, горох	Озимые зерновые	Рапс, другие крестоцветные, лен, сахарная свекла
Картофель (3–4)	Озимые зерновые, зернобобовые, клевер, однолетние бобово-злаковые культуры на корм, кормовые корнеплоды, крестоцветные	Яровые зерновые, гречиха, лен, кукуруза, сахарная свекла, люцерна	Картофель, многолетние злаковые травы
Сахарная свекла (3–4)	Картофель, кукуруза, зернобобовые, озимые зерновые	Ячмень, яровая пшеница, лен, гречиха	Сахарная и кормовая свекла, многолетние злаковые травы

1	2	3	4
Кукуруза на зерно (0–1)	Картофель, корнеплоды, кукуруза (повторный посев), клевер, люцерна, однолетние бобовые, озимые зерновые	Яровые зерновые, лен, гречиха, озимые на зеленый корм в данном году как промежуточные культуры	Многолетние злаковые травы
Подсолнечник (4–5)	Клевер, люцерна, зернобобовые, озимые зерновые	Яровые зерновые, лен	Подсолнечник, крестоцветные
Клевер на семена (3–4)	Ячмень, озимые зерновые, однолетние бобово-злаковые смеси на зеленый корм	Яровая пшеница, овес ранних сортов	Поздние сорта овса
Люцерна на семена (3–4)	Однолетние бобово-злаковые смеси на корм, озимая рожь на зеленый корм	Ячмень, озимые рожь, пшеница, тритикале более ранних сортов	Поздние сорта овса

Таблица 9. Предшественники кормовых культур

Культуры	Предшественники
1	2
Клевер, люцерна	Яровые и озимые зерновые, однолетние травы, райграс однолетний на семена
Кормовые корнеплоды	Бобовые, озимые, злаково-бобовые смеси, картофель, ячмень, яровая пшеница
Однолетние травы: вика, горох и их смеси с овсом, люпин, райграс однолетний	Кукуруза, корнеплоды, картофель, яровые зерновые, озимые на зеленый корм, зернобобовые, многолетние травы
Многолетние травы: бобово-злаковые и злаковые травы	Смеси однолетних трав, озимая рожь на зеленый корм + поукосные посевы, яровые и озимые зерновые
Зернофуражные: ячмень, овес, тритикале	Картофель, кукуруза, корнеплоды, клевер, бобово-злаковые травосмеси, люпин, озимые
Кукуруза на силос	Кормовые корнеплоды, картофель, кукуруза, многолетние травы, зернобобовые, зерновые
Поукосные культуры после озимых на зеленый корм: однолетние бобово-злаковые смеси, люпин кормовой, кормовая капуста, кукуруза, подсолнечник, брюква, турнепс, гречиха на зерно, картофель	Озимая рожь, озимая рожь в смеси с озимой викой на зеленый корм, озимое тритикале на зеленый корм, озимый рапс и сурепица на зеленый корм
Пожнивные культуры: крестоцветные (редька масличная, горчица белая, озимый рапс, озимая сурепица), люпин	Озимые зерновые: рожь, пшеница, тритикале; яровой ячмень

1	2
Поукосные культуры после однолетних бобовых и бобово-злаковых трав и многолетних трав: редька масличная и яровой рапс в смеси или в чистом виде	Горохо-овсяная, пелюшко-овсяная и вико-овсяная смеси, люпин кормовой
Подсевная сераделла	Озимая рожь на зеленый корм, люпин кормовой на зеленый корм и силос
Подсевной однолетний райграс	Горохо-овсяная, пелюшко-овсяная смеси, озимая рожь на зеленый корм

Чистый пар – это паровое поле, свободное от возделываемых сельскохозяйственных культур в течение всего вегетационного периода. В чистых парах поле периодически обрабатывают в целях улучшения аэрации и повышения биологической активности почвы, вносят удобрения, ведут борьбу с сорными растениями, вредителями и болезнями растений, проводят мелиоративные работы, готовят под посев последующей культуры севооборота. В зависимости от системы обработки почвы чистые пары подразделяют на два вида – *черные* и *ранние (весенние)*.

Черным паром называют поле, на котором основную обработку почвы начинают осенью, сразу после уборки предшествующей культуры, накануне года парования поля.

Ранним (весенним) паром называют поле, на котором основную обработку почвы начинают весной в год парования. В зонах с недостаточным увлажнением и сильными ветрами для предотвращения ветровой эрозии и задержания снега зимой чистые пары могут быть так называемыми *кулисными*, т. е. на них высеваются высокостебельные растения (подсолнечник, горчица и др.) по 2–3 ряда (кулисы) поперек направления господствующих ветров. Расстояние между кулисами составляет обычно 8–12 м.

Занятый пар – это поле, которое в течение некоторого времени парования бывает занято посевом какой-либо культуры с коротким периодом ее вегетации. Такие культуры получили название парозанимающих. В зависимости от выбора парозанимающей культуры занятые пары получили следующие названия: *сплошной занятый пар* – парозанимающие культуры сплошного рядового способа посева (вико-овсяная, горохо-овсяная, пелюшко-овсяная смеси, люпин кормовой на зеленую массу и др.); *пропашной занятый пар* – парозанимающие

культуры широкорядного способа посева (картофель, кукуруза на зеленую массу и др.); *сидеральный* – парозанимающая культура используется на этом же поле в качестве зеленого удобрения (люпин, сераделла и др.).

Сидеральный пар – это занятый пар, в котором возделываются культуры, используемые в качестве зеленого удобрения. В качестве сидеральных культур лучше всего использовать бобовые растения – люпин, донник. Возможно также заделывать в почву крестоцветные культуры – редьку масличную, горчицу белую, рапс. Они содержат достаточно много азота, хотя и уступают бобовым. Особое значение имеют сидеральные пары на почвах легкого гранулометрического состава с низким содержанием гумуса, а также на слабокультуренных почвах.

После уборки парозанимающей культуры начинают обработку почвы по типу обработки паровых полей под посев озимых в конце лета или яровых культур весной следующего года.

Пары как восстановители плодородия почвы являются лучшими предшественниками для озимых культур (озимых зерновых и озимого рапса).

Многолетние травы (люцерна, клевер и др.), как посеянные в чистом виде, так и в смеси с многолетними злаковыми травами (тимopheвка, овсяница и др.), занимают второе место в ряду предшественников.

Высокая ценность многолетних бобовых растений – люцерны, клевера и других как предшественников – определяется, прежде всего, их азотфиксирующей способностью. По данным Е. Н. Мишустина, М. В. Федорова, при урожайности сена клевера лугового 11,5 т/га (содержание в нем общего азота 2,8 %) и коэффициенте азотфиксации 0,7 (или 70 % от общего) он способен за год усвоить 112,7 кг/га атмосферного азота, а люцерна при урожайности 4,0 т/га (азота – 3,0 %) и при том же коэффициенте азотфиксации – 147 кг/га. Ценность же бобово-злаковых смесей многолетних трав как предшественников связана с их комплексным воздействием на плодородие почвы, урожайность последующих культур и продуктивность севооборота. Кроме накопления азота бобовым компонентом, злаковый компонент одновременно создает и оставляет в почве большую массу хорошо разветвленной корневой системы. И корни, и продукты их разложения положительно влияют на структуру почвы, гумусовый и азотный баланс почвы. Например, многолетние бобовые травы оставляют в почве до 10–13 т/га и более

сухого вещества, содержащего 200–250 кг/га азота, это позволяет получить прибавку урожая пшеницы до 1,0–1,5 т/га зерна. Доза внесения азотных удобрений под последующие культуры после многолетних бобовых трав в 1,5–2 раза меньше. Многолетние травы предохраняют почву от развития водной и ветровой эрозии.

В полевых севооборотах срок использования многолетних трав не превышает 2–3 года, но в кормовых и специальных почвозащитных севооборотах он увеличивается до 4–5 лет и более.

Под влиянием многолетних трав, особенно смеси бобовых со злаковыми, за три-четыре года пребывания на одном поле создается мощная дернина, хорошая структура почвы, накапливается значительная масса органических (растительных) остатков на большой глубине, создаются анаэробные условия.

Все это ведет к существенному улучшению биологических, агрофизических и химических показателей плодородия, фитосанитарного состояния почвы и очищению поля от сорняков.

Однако многолетние травы как предшественники эффективны в районах достаточного увлажнения и на орошаемых землях. Это связано с тем, что за время своей вегетации многолетние травы расходуют большое количество воды. При недостатке влаги резко снижается их урожайность, они изреживаются, зарастают сорняками, уменьшается их влияние на плодородие почвы и урожай последующих культур.

Столь разностороннее положительное влияние многолетних трав на условия, факторы жизни и урожай последующих культур в севообороте делает их лучшими предшественниками для большинства сельскохозяйственных культур.

Группа зернобобовых культур в севооборотах представлена посевами однолетних бобовых культур, возделываемых для получения зерна (горох, пелюшка, люпин, соя, кормовые бобы), у которых благоприятное воздействие на почву менее выражено, чем многолетних бобовых трав. Количество корневых и пожнивных остатков после уборки этих культур в почве также меньше, чем после многолетних трав. Влияние зернобобовых культур на физические свойства почвы не столь выражено, хотя в целом химический состав растительных остатков способствует формированию водопрочной почвенной структуры. Зернобобовые культуры хуже противостоят сорнякам и особенно на начальных этапах роста и развития.

Однако хозяйственное значение их велико. Как азотонакопители они способствуют улучшению азотного баланса почвы и азотного питания небобовых культур и служат хорошими предшественниками для многих небобовых культур. Количество биологического азота, поступающее в почву с корневыми и пожнивными остатками, составляет в среднем 40–70 кг/га.

Скороспелые сорта гороха являются очень хорошими предшественниками озимой пшеницы. В регионах с длительным безморозным периодом при условии орошения или с достаточным количеством осадков после их ранней уборки можно получать второй урожай пожнивных и поукосных посевов в этот же год.

Вика и горох – отличные компоненты сплошного занятого (горохо- или вико-овсяного) пара, а сама смесь – прекрасный корм для крупного рогатого скота. Люпин как культура, хорошо усваивающая фосфор из труднорастворимых фосфатов, улучшает фосфорное питание других растений в севообороте, следующих за ним.

Бобовые зерновые культуры не имеют общих с растениями других семейств возбудителей болезней и вредителей.

Зернобобовые культуры улучшают плодородие почвы, служат хорошим предшественником для озимой пшеницы, сахарной свеклы, кукурузы, яровых небобовых культур, являются источником растительного белка, что ставит их в ряд таких важнейших технических культур, как сахарная свекла, лен и др.

Зернобобовые культуры оказывают положительное влияние и на качество урожая. Так, по влиянию на содержание белка в зерне озимых и яровых зерновых культур, а также по другим показателям зернобобовые практически не уступают многолетним бобовым травам и пару.

Будучи хорошим предшественником для многих небобовых культур, сами зернобобовые не выносят повторных посевов или чередования одной бобовой культуры с другой вследствие опасности распространения общих специфических болезней и вредителей, а также менее продуктивного использования накопленного в почве азота.

В группу пропашных культур (картофель, свекла, кукуруза, подсолнечник и др.) объединены разнообразные по биологическим особенностям растения, но обладающие схожими элементами технологии возделывания (высеваемые с междурядьями более 25 см, которое может механически обрабатываться в период их вегетации). Специфика их возделывания (многократные междурядные обработки, очищающие почву от сорняков и способствующие сохранению почвенной влаги)

обуславливает повышение жизнедеятельности полезной микрофлоры в почве, что ускоряет разложение органического вещества почвы и удобрений. Поэтому условия питания растений последующих культур севооборота после пропашных значительно улучшаются.

В связи с тем, что пропашные культуры – это культуры, которые требуют высокого плодородия почвы, под них вносят высокие дозы органических удобрений. Как правило, коэффициент использования питательных веществ из органических удобрений в первый год составляет 50–60 %, их последствие положительно сказывается на урожайности последующих культур.

Важной особенностью пропашных культур является их способность в виду возможности активного ведения борьбы с сорной растительностью механическим или химическим путем при их междурядной обработке снижать общую засоренность полей сорными растениями.

Пропашные культуры являются хорошими предшественниками для всех яровых зерновых культур и зернобобовых. Некоторые ограничения по возделыванию зерновых культур имеются при их размещении после сахарной свеклы и подсолнечника из-за значительного иссушения почвы данными культурами.

Особенностью пропашных является то, что после них с успехом можно возделывать другие растений этой же группы. Так, картофель один из лучших предшественников для кукурузы или сахарной свеклы, кукуруза – для подсолнечника.

Некоторые пропашные хорошо переносят повторные посевы (кукуруза, картофель). А вот подсолнечник на семена нельзя возвращать ранее, чем через 6–7 лет из-за накопления инфекции. Недопустимы также повторные посевы сахарной свеклы.

Зерновые культуры, как озимые, так и яровые (ячмень, овес, пшеница, рожь, тритикале; крупяные – просо, гречиха), составляют группу предшественников, истощающих плодородие почвы. Иными словами, ценность их как предшественников во многом определяется их местом в севообороте. При размещении данных культур по хорошим предшественникам их последствие распространяется на третью культуру и, наоборот, размещение по возможным предшественникам требует после зерновых посева культур, улучшающих плодородие почвы.

Во время произрастания зерновых в почве наряду с разложением органического вещества происходит его синтез, т. е. при формировании урожая растений одновременно идут два противоположных процесса. Баланс органического вещества в почве под зерновыми культу-

рами и содержание в почве элементов питания во многом зависят от качества элементов технологии их возделывания.

Согласно данным исследований, в зависимости от видов и сортов растений этой группы и применяемой агротехники масса сухих корней составляет 15–30 % урожая наземной массы, а вместе с пожнивными остатками она достигает 25–40 %. Зерно, солома и солома, на которые приходится более половины органической массы, отчуждаются, т. е. убираются с поля. Часть органической массы в виде подстилочного навоза возвращается в почву (солома и солома как корм и подстилка животных).

Органическая масса и такие наиболее дефицитные питательные вещества, как азот и фосфор, практически на те же поля не возвращаются, так как их наибольшее количество аккумулируется в зерне. Таким образом, при возделывании зерновых культур без внесения под них удобрений в почве складывается отрицательный баланс органического вещества.

В зависимости от продолжительности послеуборочного периода, гранулометрического состава и физических свойств, температуры и влажности почвы процесс разложения органического вещества может быть меньшим, равным или преобладать над процессом его создания в почве самими растениями, вносимыми удобрениями и микроорганизмами.

Следовательно, улучшение агротехники, внесение удобрений, особенно органических, а также внедрение промежуточных посевов и другие мероприятия способствуют обогащению почвы органическим веществом и при возделывании зерновых культур. Количественная потребность в зольных элементах питания и в азоте у зерновых несколько меньше, чем у пропашных культур.

Разные культуры этой группы имеют неодинаковую способность усваивать фосфор из запасов его в почве или вносимых удобрений. Для пшеницы требуются легкорастворимые формы соединений фосфора, тогда как гречиха может хорошо усваивать этот элемент и из труднорастворимых фосфатов.

Хотя в целом озимые потребляют из почвы значительно больше воды, чем яровые зерновые, после их уборки складывается более благоприятный водный режим почвы, чем после яровых, поскольку озимые лучше используют влагу осенних и зимних осадков. Озимые зерновые, освобождая поле раньше многих яровых, создают хорошие условия для проведения летне-осенней обработки почвы и накопления влаги.

Вследствие быстрого роста осенью и раннего отрастания весной озимые культуры сильно затевают появляющиеся всходы сорняков весной и тем самым очищают от них поле. Яровая пшеница и просо очень плохо противостоят сорнякам в связи с медленным ростом в начале вегетации. Озимая рожь лучше выносит повторные посевы, чем озимая пшеница. Повторные посевы озимой пшеницы сопровождаются сильным поражением растений корневыми гнилями.

Озимые культуры служат хорошими предшественниками для пропашных и зернобобовых культур, если они высеваются по занятым парам или по многолетним бобовым и бобово-злаковым травам, зернобобовым культурам. Озимая пшеница в зоне промышленного свеклосеяния является лучшим предшественником для сахарной свеклы. По озимым размещаются картофель, кукуруза на силос и зерно, лен и другие ценные культуры.

Яровые зерновые как предшественники значительно хуже, чем озимые. Выше оцениваются посевы тех яровых зерновых, которые размещаются по парам, многолетним травам, пропашным культурам. В этом случае после них можно высеять озимую рожь. Однако в целом они являются хорошими предшественниками для посева зернобобовых и пропашных культур.

Технические непропашные культуры (лен) составляют особую группу предшественников, истощающих плодородие почвы.

После их уборки в почве остается очень мало органического вещества. В связи с этим рост посевной площади льна в севооборотах требует значительного увеличения количества минеральных удобрений и обязательного возделывания бобовых растений, особенно клевера. Лен относится к культурам, не выносящим повторные посевы или частого возвращения на прежнее поле. Это объясняется утомлением – сильным отрицательным влиянием патогенных грибов и бактерий – ингибиторов роста.

По количеству потребляемых из почвы питательных веществ лен занимает промежуточное положение между зерновыми культурами и корнеплодами. Корневая система льна-долгунца слабо развита с низкими способностями к поглощению питательных элементов. Это особенно заметно на кислых почвах. Поэтому участки из-под льна, как правило, имеют низкий запас легкодоступных питательных веществ.

Лен-долгунец медленно растет в первый период и требует последовательного, внимательного контроля за состоянием посева и особенно в отношении наличия сорной растительности.

Лен очень требователен к предшественникам и повторных посевов не переносит. При размещении в севообороте в последующем требует

посева культур улучшающих плодородие почвы (парозанимающих сплошного сева).

Особое место среди неpropашных технических культур занимает рапс. Являясь ценной масличной культурой в последние десятилетия занимает значительную посевную площадь. Размещение и концентрация посевов рапса в севообороте определяется в основном фитосанитарными причинами. Не следует размещать после рапса крестоцветные культуры, а также необходимо избегать посева гороха, льна, сахарной свеклы, что может усилить развитие не только возбудителей болезней, но и поражение нематодой.

Растения рапса, имея стержневую корневую систему, обеспечивают «биологическое» рыхление нижней части пахотного слоя. Благодаря этому поддерживается высокая общая порозность всего пахотного слоя почвы. Он, как и все крестоцветные культуры, за относительно короткое время способен накапливать большое количество сухого вещества надземной массы и корневых остатков. Еще в 1912 г. Д. В. Федоров писал, что «...по устройству рапс принадлежит к числу глубоководных растений, требуя нередко обильного удобрения и очень хорошей обработки почвы, рапс, в то же время, лучше многих технических растений способствует сохранению и даже увеличению плодородия земли...».

По данным А. В. Рындина, рапс – отличный предшественник озимой пшеницы. В течение четырех лет после рапса урожаи ее были значительно выше, чем после других культур. Рапс, как предшественник, не уступает пласту многолетних трав. Рапс после себя оставляет в почве такое количество органических остатков, которое равноценно 40 т навоза на гектар.

В. Ф. Косторным установлено, что на каждом гектаре рапс оставляет до 40 ц корневых остатков, что в 5,6 раза больше, чем пшеница и в 1,5–2 раза больше, чем клевер. Содержание в них питательных веществ эквивалентно 15 т навоза. Еще столько же их в соломе и пожнивных остатках.

По данным Моршанской опытной станции, рапс весеннего посева оставляет в почве более 2 тыс. кг сухой массы корневых и стерневых остатков, в которых содержится: азота – 32,1 кг/га; фосфора – 16,2; калия – 15,4 кг/га.

В сравнении с рожью на запаханых поукосных остатках рапса размножается в 3,4 раза больше бактерий, грибов и актиномицетов, которые превращают органические остатки в питательные вещества.

По мнению ряда ученых, рапс является хорошим фитосанитаром для зерновых культур, резко снижая их пораженность корневыми гни-

лями. По данным опытов К. К. Сатубалдина, введение ярового рапса в полевой севооборот снизило распространенность и развитие обыкновенной корневой гнили злаковых культур соответственно в 1,5–4,0 раза в сравнении с повторным посевом пшеницы по пшенице.

В целом посевы рапса улучшают структуру почв и фитосанитарное состояние поля, повышают его плодородие, очищают от сорняков. Поэтому они служат хорошими предшественниками для озимой и яровой пшеницы и других культур в различных почвенно-климатических зонах.

2.2. Овощные культуры как предшественники

Овощные севообороты – севообороты, специализирующиеся на возделывании овощных культур. Наиболее распространенный среди специальных севооборотов подтип. Чаще всего поля овощных севооборотов размещаются вблизи крупных населенных пунктов и промышленных центров переработки овощной продукции.

В зависимости от почвенно-климатических условий овощные севообороты существенно различаются.

Овощные относят к культурам интенсивного ведения земледелия. Оно возможно на фоне высоких доз удобрений с использованием орошения, поэтому их размещают недалеко от источников водоснабжения: вблизи населенных пунктов, рек, прудов и т. п. Поля овощных севооборотов желательно размещать в понижениях рельефа и включать одно или два поля многолетних трав.

Овощные культуры чувствительны к болезням, вредителям и сорной растительности, особенно в начальные фазы роста, которые являются основным фактором, снижающим урожай.

Их чередование во многом определяется особенностями биологии и технологии возделывания (табл. 10). Например, капуста белокочанная и другие растения семейства крестоцветных потребляют большое количество азота и хорошо отзываются на внесение высоких доз свежего навоза с большим содержанием азота. Напротив, перец, баклажан, лук страдают от избытка азота. По этой причине их размещают по обороту пласта многолетних трав или после культур, под которые вносился свежий навоз. Под овощные культуры вносится перепревший навоз.

Избыток азота негативно влияет на образование плодов томата, перца, лукович лука, чеснока и сказывается на их лежкости. Избыток азота приводит к накоплению нитратов в растениях в количестве, превышающем предельно допустимые концентрации (ПДК).

Чередование культур с глубокопроникающей корневой системой, таких как капуста белокочанная, морковь, столовая свекла и др., с растениями с поверхностной корневой системой, например, огурцом, луком и другими позволяет более эффективно использовать плодородие почв.

Таблица 10. Предшественники овощных культур

Культуры (предшественник)	Культуры, рекомендуемые для размещения	Культуры, не рекомендуемые для размещения
Картофель	Редис, капуста, огурец, свекла, салат, лук и чеснок, зеленные культуры, бобовые, тыквенные	Перец, томат, баклажан
Томаты	Редис, свекла, морковь, капуста, лук, чеснок, бобы, горох, соя, фасоль, укроп, петрушка, салат, сельдерей, огурец, патиссоны, кабачок	Картофель, перец, баклажан, клубника, бахчевые культуры
Капуста	Томаты, огурец, лук и чеснок, салат, баклажан	Редька, репа, редис
Морковь	Белокочанная и цветная капуста, огурец, кабачок, патиссоны, тыква, ранние сорта картофеля, лук на перо, шпинат, сельдерей, мята, базилик, кориандр	Снова морковь и прочие корнеплоды (например, свекла), лук, чеснок, зеленные, арбуз, дыня
Огурец	Морковь, петрушка, корневой сельдерей, свекла, редис, редька, репа, лук, чеснок, зеленные (укроп и прочие пряные травы)	Дыня, арбуз, кабачок, тыква
Лук	Клубника, свекла, морковь, огурец, томат, капуста, тыква, кабачок, баклажан, перец, корневая и листовая петрушка, сельдерей	Лук, чеснок
Чеснок	Огурец, ранние сорта картофеля, томат, морковь, свекла, бобовые культуры, зеленные	Капуста, снова чеснок, виды лука
Свекла	Бобовые культуры (в том числе горох и фасоль), томат, баклажан, картофель, тыква, огурец	Корнеплоды, чеснок и лук на севок
Баклажан	Лук, чеснок, морковь, свекла и прочие корнеплоды, зеленные культуры, бобовые, капуста, тыквенные (огурец, кабачок, тыква)	Все культуры семейства пасленовых, в том числе томаты, физалис, картофель, перец
Перец	Свекла, разные виды капусты, морковь, зеленные, редис, пряные травы, салат, лук, чеснок	Любые пасленовые, в том числе картофель, томаты, баклажаны, перец (болгарский и острый), табак, тыквенные культуры

Принципы подбора предшественников при построении овощных севооборотов:

- ввиду чувствительности овощных культур к болезням и вредителям, их повторные посевы, в том числе растений одного семейства, не допускаются;

- при планировании схемы чередования овощных культур учитывают особенности их питания и влияния на качество и лежкость продукции;

- чередование должно учитывать возможность «корнесмена» на полях, т. е. чередование культур с разной глубиной залегания корневой системы (стержневая и мочковатая);

- смена овощных культур в зависимости от сроков посева и уборки должна обеспечивать возможность своевременной подготовки поля под последующую культуру;

- овощной севооборот должен выстраиваться с учетом максимально эффективного использования систем орошения, удобрения, обработки почвы, защиты ее от эрозии и окружающей среды.

2.3. Промежуточные культуры в севообороте

В условиях республики многие сельскохозяйственные культуры созревают до окончания вегетационного периода. При этом остается от 1,5 до 2,5 мес с суммой активных температур 800–1100 °С и более и 100 мм и более выпадающих осадков. Поэтому для рационального использования земли и повышения ее продуктивности рекомендуется возделывать промежуточные культуры.

Промежуточная культура – сельскохозяйственная культура, выращиваемая в интервале времени, свободном от возделывания основных культур севооборота (между уборкой и посевом).

Промежуточные посевы играют существенную роль в решении проблемы увеличения производства кормов, повышении плодородия и продуктивности пахотных земель.

За счет таких посевов с одной площади в течение года можно получать два, а на орошаемых землях – и три урожая, что повышает коэффициент использования солнечной радиации, в результате чего производительность 1 га пашни возрастает в 1,5–2 раза. При этом почва значительно дольше находится под покровом растений, синтезирующих органическую массу. Более половины ее остается в почве в виде послеуборочных корневых остатков, активизирующих микрофлору, разлагающихся на легкодоступные питательные вещества, улучшающих

параметры агрофизических свойств почвы, урожайность сельскохозяйственных культур, а также восстанавливающих плодородие почвы.

При выращивании двух урожаев участок занят растениями с ранней весны до поздней осени, а при выращивании озимых промежуточных – практически круглогодично. Постоянное наличие растительного покрова положительно влияет на агрофизические свойства почвы, миграцию солей и микроклимат приземного слоя. Выращивание двух урожаев в год улучшает структурное состояние и строение пахотного слоя почвы.

Под покровом промежуточных культур почва меньше иссушается, лучше защищена от прямых солнечных лучей, создается повышенная влажность в приземном слое воздуха. Исследованиями подтверждено, что летом температура почвы под растительным покровом пожнивных культур на 10–20 °С ниже, чем в чистом пару. Умеренная температура и слабое проветривание создают в растительном покрове нужную влажность, затенение, которое в два-три раза больше в сравнении с открытыми площадями. Все это усиливает жизнедеятельность полезной микрофлоры, улучшает газообмен и повышает эффективность удобрений.

Промежуточные культуры в севооборотах – надежный способ борьбы с сорняками, вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений. Их уничтожают во время обработки почвы под посев промежуточных культур и ухода за ними. Сорняки, кроме того, биологически подавляются промежуточными посевами и скашиваются до фазы плодоношения. Вместе с этим промежуточные посевы являются одной из мер борьбы с водной эрозией, а в отдельных районах с торфяными и легкими почвами – с ветровой.

В узкоспециализированных севооборотах промежуточные культуры ослабляют негативные последствия повторных посевов. При выращивании промежуточных культур на зеленое удобрение значительно улучшается не только баланс органического вещества, но и фитосанитарное состояние почвы.

Промежуточные культуры, кроме агротехнического, имеют большое хозяйственное значение, их используют для получения зеленого корма, для заготовки силоса, сенажа, травяной муки, на выпас.

При выращивании двух и более урожаев в год рационально используют технику, рабочую силу, осушенные и орошаемые земли, получают дополнительную продукцию при меньших затратах труда и средств, что приводит к снижению ее себестоимости.

Таким образом, их возделывание позволяет:

- увеличить использование агроклиматических ресурсов вегетационного периода с 50–70 % до 80–90 %;
- снизить засоренность полей сорными растениями и улучшить фитосанитарное состояние посевов;
- снизить развитие эрозионных процессов;
- за счет корневых и пожнивных остатков повысить содержание в почве органического вещества;
- улучшить агрофизические свойства почвы;
- дополняя составные части плодосмена, создать благоприятные условия для повышения урожайности последующих культур;
- за счет получения 2–3 урожаев в год увеличить выход кормов с 1 га пашни в 1,4–2,2 раза и достичь уровня продуктивности 100 ц/га к. ед. и более.

В республике выращиваются *озимые, поукосные, пожнивные и подсевные промежуточные культуры*.

Пожнивные промежуточные – это культуры, которые высеваются после уборки рано убираемых зерновых культур, формируют урожай и убираются в этом же году. Ввиду короткого вегетационного периода набор культур для пожнивного посева уменьшается. Если в южной зоне республики еще можно пожнивно выращивать люпин и горох в смеси с овсом, то в центральной и северной зонах для этих целей подходят только крестоцветные культуры, причем предпочтение лучше отдавать редьке масличной как наиболее скороспелой и высокоурожайной культуре.

Посев пожнивных промежуточных культур необходимо проводить не позднее первой декады августа (10–12 августа), в южной зоне – до середины августа. Запаздывание с посевом резко снижает их продуктивность. С этой целью необходимо возможные посевы пожнивных культур планировать с весны, выбирая поля с наиболее скороспелыми сортами зерновых культур. Обработку почвы под пожнивные культуры необходимо проводить в кратчайшие сроки, сразу после уборки зерновых культур, под редьку масличную и горчицу белую для ускорения обработки почвы следует применять мелкую обработку, т. е. вспашку на глубину 20–22 см заменять дискованием или чизелеванием на 10–12 см. Под пожнивной озимый рапс почву пашут на полную глубину пахотного слоя, так как по мелким обработкам урожайность зеленой массы снижается. Эффективность мелких отвальных и безотвальных обработок по сравнению со вспашкой на глубину пахотного слоя определяется не только урожаем, но и меньшими энергетически-

ми и трудовыми затратами. Перед посевом пожнивных почва должна быть выровненной и иметь оптимальную плотность.

Поукосные промежуточные – это культуры, которые высеваются после уборки однолетних трав на зеленую массу (табл. 11).

Урожай формируется к осени и убирается. В качестве поукосных могут использоваться бобово-злаковые и крестоцветно-злаковые смеси (вико-овсяная смесь, пелюшко-овсяная смесь, редька масличная, горчица белая, люпин). Благоприятные условия для качественного сева и роста поукосных культур можно создать поверхностными обработками почвы на глубину 10–12 см дисковыми боронами или чизельными культиваторами. Перед посевом поукосных почва должна быть уплотнена. Для этого необходимо использовать комбинированные агрегаты, совмещающие крошение, уплотнение и выравнивание почвы. Следует различать поукосные промежуточные и поукосные основные посевы.

Подсевные промежуточные – это культуры, которые подсеваются под основные культуры, а формируют урожай и убираются после их уборки в этом же году. В качестве подсевных культур может использоваться сераделла, подсеваемая под озимые зерновые. На торфяно-болотных почвах используется райграс однолетний, подсеваемый под однолетние травы на зеленый корм. В качестве покровной основной культуры целесообразнее использовать однолетние бобово-злаковые смеси с горохом, викой яровой или люпином с ячменем, тритикале и овсом.

Таблица 11. **Возможность выращивания поукосных и пожнивных культур на зеленый корм и силос в зависимости от сроков сева**

Культуры	Количество дней от сева до перехода среднесуточной температуры воздуха ниже +5 °С				
	Более 80	80–76	75–71	70–65	65–60
Редька масличная	++	++	++	++	+
Рапс яровой	++	++	++	++	+
Рапс озимый	++	++	++	+	+
Сурепица озимая	++	++	++	+	+
Горчица белая	++	++	++	++	+
Турнепс на зеленую массу	++	+	+	+	–
Горохо-овсяная смесь	++	++	+	–	–
Вико-овсяная смесь	++	+	–	–	–
Люпин узколистный	++	+	–	–	–
Турнепс на корнеплоды	++	–	–	–	–
Подсолнечник	++	–	–	–	–
Овес	+	–	–	–	–
Просо	–	–	–	–	–

Примечание. «++» – на зеленый корм и силос; «+» – на зеленый корм; «-» – выращивание нецелесообразно.

Срок посева подсевных промежуточных культур – апрель – начало мая. Каждый укос райграса однолетнего необходимо обеспечивать азотными удобрениями в дозе до 45 кг/га, при этом окупаемость 1 кг внесенного азота составляет 18–20 к. ед. На почвах легкого гранулометрического состава ввиду высокой требовательности к влаге райграс однолетний лучше не возделывать. Убирают райграс на зеленый корм в фазу колошения, а сераделлу – в фазу массового цветения.

Озимые промежуточные – это культуры, высеваемые в летне-осенний период одного года, а формирующие урожай и убираемые весной следующего года. Эти посевы благодаря хорошей влагообеспеченности наиболее стабильны по урожайности.

В качестве озимых промежуточных используются озимая рожь на зеленый корм, озимая вика, озимый рапс, озимая сурепица. Обработка почвы под озимые промежуточные культуры практически ничем не отличается от обработки почвы под озимые культуры основного посева.

Озимые промежуточные культуры размещаются в паровых полях в качестве уплотняющей культуры занятого пара. Под уплотненные занятые пары в севооборотах отводятся поля после яровых зерновых культур. Поэтому на почвах тяжелого гранулометрического состава обработка почвы состоит из вспашки плугом с предплужниками или углоснимками, а на легких почвах вместо вспашки может быть применена поверхностная обработка – дискование или чизельная обработка на глубину 10–12 см. Перед посевом промежуточных озимых культур проводится предпосевная обработка. Лучшим приемом предпосевной обработки на всех почвах является обработка комбинированными агрегатами типа АКШ или прямой посев с использованием комбинированных почвообрабатывающе-посевных агрегатов.

Важной технологической особенностью возделывания озимых промежуточных культур является их срок посева и весенняя подкормка азотными удобрениями. Посев озимого рапса в I декаде, а сурепицы – в первой половине августа обеспечивает лучшую перезимовку. Внесение азотных удобрений в подкормку из расчета 60–90 кг д. в/га позволяет увеличивать урожайность в 2–2,5 раза. Посевы озимой ржи, тритикале в смеси с озимой викой менее требовательны к минеральному азоту и при подкормке азотными удобрениями в дозе 30 кг д. в/га формируют урожай зеленой массы в пределах 200 ц/га.

3. РАМЕЩЕНИЕ КУЛЬТУР В СЕВОБОРОТАХ

3.1. Размещение полевых культур и паров в севообороте

Уровень урожайности сельскохозяйственных культур, а значит, более эффективное использование пашни в значительной степени зависит от предшественника. Предшественник – это сельскохозяйственная культура или пар, занимавшие данное поле в предыдущем году. Рациональное размещение культур в севообороте позволяет более полно использовать возможности каждой культуры. Основная задача состоит в том, чтобы культуры размещались в севообороте с учетом почвенных условий, биологических особенностей возделываемых культур и в той последовательности, которая обеспечит рост урожаев, не истощая, а наоборот, улучшая плодородие почвы. При выборе предшественника необходимо учитывать способность культуры противостоять сорным растениям, болезням и вредителям, потребность в питательных веществах, влияние растений на баланс органического вещества, агрохимические, физические и биологические свойства почвы.

Уровень урожайности сельскохозяйственных культур и его стабильность по годам в значительной степени зависит от правильности подбора культур для возделывания в конкретных почвенно-климатических условиях. Почвы, пригодные для возделывания одних культур, являются малопригодными или непригодными для других. Особенно это характерно для высокотребовательных к условиям произрастания культур, к которым относятся пшеница, ячмень, сахарная и кормовая свекла, лен, рапс, люцерна и другие многолетние бобовые травы. Эти культуры необходимо размещать на более плодородных дерново-подзолистых суглинистых почвах.

На легких почвах (супесчаных и песчаных) набор сельскохозяйственных культур, обеспечивающий стабильную урожайность, более ограничен по сравнению со связными. К числу наиболее пригодных культур для возделывания на таких почвах относятся озимая рожь, овес, картофель, горох, люпин, пелюшка, гречиха.

Подбор культур в конкретных условиях хозяйств должен осуществляться не только с учетом природных свойств почвы (гранулометрический состав), но и с учетом степени их окультуренности и уровня применения удобрений.

Размещение зерновых культур. Под зерновыми колосовыми культурами в Беларуси занимается более 50 % пашни. Научкой и практикой доказано, что только при размещении в севообороте по лучшим пред-

шественикам создаются наиболее благоприятные условия для урожайности этих культур.

В группе зерновых колосовых около 50 % площади занимают озимые культуры – рожь, пшеница, тритикале.

Значительная часть их в хозяйствах размещается в полях по занятым парам, которые пришли на смену чистым, применяемым на территории и нашего региона в прошлом, при менее интенсивном уровне земледелия.

Агротехническое значение пара в севообороте весьма разнообразно. Чистые пары являются важным средством борьбы с засоренностью почвы, так как в период паровой обработки значительная часть семян сорняков и вегетативных органов размножения уничтожаются. Большое значение имеют чистые пары и в накоплении влаги в почве. Это связано с тем, что в период парования ведется поверхностная обработка почвы путем культивации или боронования. Рыхление верхнего слоя почвы разрушает ее капиллярность и, следовательно, сдерживает интенсивное испарение влаги. Кроме того, в чистом пару влага не расходуется на рост растений. В связи с этим роль чистых паров возрастает с изменением климата и дефицита влаги в почве с северо-запада к югу и юго-востоку, где отмечается дефицит влагообеспеченности растений. Чистые пары в условиях зоны достаточного увлажнения, куда относится Беларусь, необходимы несколько с другой целью.

Главное их предназначение здесь – улучшение фитосанитарного состояния почвы в случае сильного засорения трудноискоренимыми в основном корнеотпрысковыми и корневищными сорняками, а также при сильной каменистости почв в целях уборки камней.

В связи с тем, что в течение года чистые пары не дают никакой продукции, на супесчаных и песчаных почвах в них происходит сильное разложение органического вещества, продукты которого слабо удерживаются и вымываются из почвы, в условиях республики наиболее эффективны занятые пары.

Установлено, что применение занятых паров повышает не только продуктивность паровых полей, но и севооборота в целом. Севообороты с парами, занятыми кормовыми культурами, эффективнее севооборотов с чистыми и сидеральными парами как по выходу растениеводческой продукции, так и по влиянию на плодородие почвы.

Следовательно, в условиях республики, где выпадает достаточное количество осадков, более эффективны занятые пары с использованием зеленой массы парозанимающих культур на корм, а корневых и послеуборочных остатков – на удобрение.

После уборки парозанимающей культуры до посева озимых в течение 1–1,5 мес проходит некоторое парование – накапливаются отдельные питательные вещества в почве, сохраняется влага, осуществляется борьба с сорняками и надлежащая подготовка почвы под посев озимых.

Занятые пары в системе севооборота благодаря определенной агротехнике, применяемой в них, оказывают положительное влияние на ряд культур полевого севооборота. Они наряду с подбором лучших парозанимающих культур в качестве предшественников для озимых включают целую систему мероприятий по борьбе с сорными растениями и заправке почвы удобрениями, направленных на сохранение и повышение плодородия почвы и выполняемых в более удобное для хозяйств время – до посева парозанимающих культур или после их уборки до посева озимых.

Различные виды занятых паров в настоящее время находят широкое применение в сельскохозяйственных предприятиях республики как предшественники для озимых зерновых культур. Во-первых, потому что без них будет затруднено размещение озимых в севооборотах и соответственно неизбежно снижение продуктивности полевых севооборотов. Во-вторых, при исключении из севооборота занятых паров и размещении озимых по разным непаровым предшественникам возможно снижение и неустойчивость урожая озимых по годам.

Многочисленные исследования свидетельствуют о высокой экономической эффективности занятых паров.

Двухстороннее использование парозанимающих культур внедрено практически во всех хозяйствах республики. Продуктивность паров и степень использования земли еще больше повышается, когда в поле, предназначенном под пар, осенью высевают промежуточную озимую рожь на зеленый корм. В конце мая после скашивания озимой ржи высевают люпин кормовой или однолетние бобово-злаковые травы на зеленый корм, после их уборки – озимые на зерно.

Пар, в котором парозанимающие культуры возделываются в сочетании с озимыми промежуточными культурами, называется уплотненным занятым паром.

Для размещения озимых, особенно пшеницы, лучшим местом являются занятые пары.

Применение уплотненных занятых паров способствует значительному повышению их продуктивности без снижения урожая последующих посевов озимой пшеницы, озимого тритикале, озимого ячменя.

По занятым бобовыми культурами парам на дерново-подзолистых суглинистых почвах необходимо размещать в первую очередь озимую пшеницу с внесением под ее посевы минеральных и органических удобрений.

Кроме занятых паров хорошими предшественниками для озимой пшеницы являются клевер, люцерна, горох на зерно.

Не следует размещать посевы *озимой пшеницы* после зерновых культур (ячмень, рожь, тритикале) и повторно, так как это приводит к сильному поражению растений корневыми гнилями и другими болезнями и соответственно к значительному снижению урожая. По этим же причинам нельзя размещать пшеницу и после многолетних злаковых трав.

По данным отдела севооборотов Белорусского НИИ земледелия и кормов, в экспериментальной базе «Устье» Оршанского района урожайность озимой пшеницы в повторных посевах составила 11,8 ц/га, а в севообороте – 53,0 ц/га.

Снижение урожая этой культуры после ячменя и ржи по сравнению с предшественниками люпином на силос и горохом на зерно в этих условиях составила 9 ц/га зерна. Если в первом случае поражение растений пшеницы корневыми гнилями составило 9 %, то во втором – 30 %.

Хорошо подобранный предшественник оказывает даже большее воздействие на урожайность пшеницы, чем химические средства защиты посевов от вредных организмов. Так, в экспериментальной базе «Жодино» прибавка урожая пшеницы от предшественника клевера составила 7,4 ц/га, а от фунгицида Тилт – 3,5 ц/га.

В специализированных севооборотах, насыщенных зерновыми культурами, при недостатке бобовых предшественников на землях, пригодных для возделывания пшеницы, ее возможно размещать после овса, идущего по пропашным и бобовым предшественникам, а также после гречихи.

Размещение озимой пшеницы по зерновым предшественникам (озимая рожь, ячмень, яровая пшеница) недопустимо, так как это приводит к резкому снижению урожая в результате поражения посевов корневыми гнилями.

Озимое тритикале, как и пшеница, предъявляет высокие требования к соблюдению плодосмена. В севообороте его следует размещать по тем же предшественникам, что и озимую пшеницу.

Озимая рожь значительно в меньшей степени поражается корневыми гнилями и обеспечивает высокие урожаи не только по однолетним и многолетним бобовым и бобово-злаковым травам и зернобобовым культурам (люпин на зерно скороспелые сорта преимущественно узколистных форм, горох на зерно, вико-, горохо-, пелюшко-овсяные смеси), но и по многолетним бобовым и бобово-злаковым травам (клевер, клевер + тимофеевка двухлетнего пользования), а также и по небобовым предшественникам. Возможными из них для озимой ржи являются лен, размещаемый по клеверному пласту, кукуруза, убранная на зеленую массу. Возможны ее посевы также после ячменя, идущего по пропашным, клеверу или клеверо-timoфеечным смесям двухгодичного использования и после гречихи. Возможными предшественниками для озимой ржи являются и злаковые многолетние травы, при размещении по ним она снижает урожай значительно меньше, чем пшеница.

Установлено, что посевы озимых, размещаемые после овса, слабо поражаются корневыми гнилями и при достаточном внесении удобрений формируют урожаи, как и по лучшим предшественникам. Поэтому в специализированных зерновых севооборотах овес может быть использован как возможный предшественник для озимых зерновых и ячменя.

На суглинистых и супесчаных почвах с неглубоким залеганием морены при размещении озимой ржи после ячменя, возделываемого по обороту клеверного пласта, условия азотного питания складываются даже несколько лучше, чем по клеверному пласту, особенно в первый период развития. Это объясняется тем, что при осенней распашке клеверного пласта под яровые культуры органическое вещество в почве наиболее интенсивно разлагается летом, в период созревания посевов. В связи с этим значительная часть продуктов минерализации органического вещества, не использованная яровыми культурами, остается в почве.

Если в хозяйстве высевается озимая рожь, пшеница и озимое тритикале, то под пшеницу и тритикале нужно отводить лучшие предшественники. Озимая рожь менее требовательная к условиям произрастания, и ее можно возделывать на почвах легкого гранулометрического состава. Озимая пшеница и озимое тритикале предъявляют более высокие требования к условиям произрастания, и их необходимо возделывать на более плодородных дерново-подзолистых легко- и сред-

несуглинистых почвах. Возвращать посевы озимой ржи на прежнее поле необходимо через 1–2 года, а озимой пшеницы и тритикале – через 2–3.

Наряду с озимыми зерновыми большие площади в республике занимает ячмень. Он является основной зернофуражной культурой, используется так же, как сырье для пивоваренной промышленности и для производства крупы. Он предъявляет высокие требования к предшественнику. Более высокие урожаи ячменя получают при размещении его после пропашных культур (картофель, кукуруза, кормовые корнеплоды, сахарная свекла). Хорошие урожаи обеспечивает он также после клевера, клеверо-злаковых смесей двухлетнего пользования, гороха, люпина, вики, крестоцветных. При недостатке пропашных и бобовых предшественников ячмень возможно размещать после льна, гречихи, овса. Размещение ячменя после пшеницы, озимой ржи и повторно недопустимо, так как это приводит к сильному поражению растений корневыми гнилями и значительному недобору зерна. Размещение ячменя после озимой ржи возможно, если после ее уборки выращиваются пожнивные и подсевные культуры. В качестве поживных высевают крестоцветные культуры – редька масличная, горчица белая, озимый рапс. В подсевах посевах следует возделывать сераделлу при урожайности покровной культуры не более 30 ц/га. Поскольку ячмень при размещении после зерновых культур (ржи, ячменя, пшеницы) значительно сильнее снижает урожай, чем озимая рожь, в севооборотах следует размещать не ячмень после озимой ржи, а наоборот, озимую рожь после ячменя, идущего по пропашным и бобовым предшественникам.

Нежелательно размещать ячмень после многолетних злаковых трав, так как он в этом случае поражается корневыми гнилями и значительно снижает урожайность зерна.

Яровая пшеница, как и озимая, предъявляет высокие требования к предшественнику. Ее необходимо высевать после пропашных – картофеля, кукурузы, кормовых корнеплодов, сахарной свеклы; однолетних бобовых на зерно и зеленую массу (люпин, горох, вика, сераделла; многолетних бобовых трав – клевера, люцерны). Возможно также размещение яровой пшеницы после озимого и ярового рапса и других крестоцветных культур. При выборе предшественника необходимо помнить, что пшеница меньше кустится, чем овес и ячмень, поэтому особое внимание необходимо обратить на чистоту поля от сорняков.

Не допускается размещение яровой пшеницы после ячменя, озимой пшеницы, озимой ржи и повторно. Не следует размещать ее также по многолетним злаковым травам, так как это ведет к сильному поражению растений корневыми гнилями, проволочником и при этом усиливается засоренность посевов многолетними сорными растениями (пырей ползучий).

Овес. Хорошими предшественниками для овса являются зернобобовые, пропашные культуры, клевер и клеверо-злаковые смеси.

Овес в отличие от других зерновых культур слабо поражается корневыми гнилями и при достаточном удобрении по зерновым предшественникам он формирует урожаи, мало уступающие, как и при размещении его по пропашным и зернобобовым культурам, а также многолетним и однолетним бобовым травам. Поэтому в севообороте наиболее целесообразно пропашные и бобовые предшественники использовать под более требовательные зерновые культуры – пшеницу, ячмень, а овес размещать после зерновых, в первую очередь после удобренных озимых. Зернобобовые предшественники под овес целесообразно применять после размещения по хорошим предшественникам пшеницы, тритикале и ячменя. Достаточно хорошие урожаи обеспечивает овес и после ячменя, размещаемого по пропашным и клеверу. Допускается также размещение овса после льна, гречихи и яровой пшеницы. Можно размещать его и после многолетних злаковых трав. Овес также хорошо использовать при перезалужении сенокосов и пастбищ. Овес слабо подвергается поражению корневыми гнилями, вызываемыми возбудителями ячменя и других зерновых культур, поэтому его считают фитосанитаром полей, так как он очищает почву от грибковых заболеваний зерновых. Однако из-за опасности поражения растений овсяной нематодой недопустимы повторные и бессменные посеы овса. Размещать овес в севообороте можно как на суглинистых, так и на почвах более легкого гранулометрического состава (супесчаных и песчаных).

Урожайность озимой пшеницы, озимого тритикале, ячменя и овса в зависимости от предшественника в севообороте по обобщенным данным опытов научно-исследовательских учреждений республики представлены в табл. 12.

Предшественники оказывают существенное влияние не только на уровень урожайности зерна, но и на некоторые показатели его качества (табл. 13).

Таблица 12. Урожайность зерновых культур в зависимости от предшественника

Предшественники	Урожайность	
	ц/га	%
Озимая пшеница		
Клевер	54,4	100
Люпин кормовой на зеленую массу	54,2	100
Однолетние бобово-злаковые смеси	52,5	97
Горох на зерно	52,6	97
Овес	50,1	92
Многолетние злаковые травы	42,3	78
Озимая рожь	34,8	64
Ячмень	33,6	62
Озимая пшеница	33,1	61
Озимая пшеница бессменно	14,2	26
Ячмень		
Картофель	52,9	100
Люпин	51,3	97
Горох	50,8	96
Клевер	52,6	99,5
Клевер + тимофеевка 2-го г. п.	50,8	96,1
Злаковые травы	43,4	82
Гречиха	48,8	92
Озимая рожь	41,3	78
Озимая пшеница	39,7	75
Ячмень бессменно	36,0	68
Озимое тритикале		
Клевер	58,9	97,2
Люпин кормовой на зеленую массу	60,6	100
Клевер + тимофеевка 2-го г. п.	52,5	86
Горох на зерно	57,6	95
Овес	51,7	65
Многолетние злаковые травы	42,3	78
Озимая рожь	45,2	75
Ячмень	44,6	74
Озимая пшеница	43,8	72
Озимое тритикале бессменно	31,2	54
Овес		
Люпин	44,3	98
Клевер	45,6	100
Ячмень	42,8	95
Озимая рожь	43,4	96
Озимое тритикале	42,8	95
Овес бессменно	37,0	84

Таблица 13. Влияние предшественников на содержание белка в зерне озимого тритикале

Процент зерновых в севообороте	Предшественники	Содержание белка в зерне, %
50,0	Клевер 1-го г. п.	13,3
50,0	Люпин на зеленую массу	14,4
62,5	Ячмень	12,6
75,0	Озимая рожь	12,3
75,0	Овес	12,6

Так, при размещении озимого тритикале после бобовых предшественников (клевер 1-го г. п., горох, люпин на зеленую массу) содержание белка в зерне составило 13,3–14,4 %, а после зерновых культур (овес, ячмень, озимая рожь) – 12,3–12,6 %. Следовательно, неблагоприятный зерновой предшественник уменьшил содержание белка в зерне озимого тритикале на 1,0–1,8 %, т. е. на 7,5–12,5 % в относительном выражении.

Гречиха. Для выращивания гречихи наиболее пригодными являются хорошо аэрируемые и быстро прогреваемые дерново-подзолистые рыхло-, связно-супесчаные и легкосуглинистые почвы с содержанием гумуса не менее 1,5 %, подвижного фосфора и калия – не менее 150 мг/кг почвы. В меньшей степени подходят для возделывания гречихи дерново-подзолистые песчаные почвы, характеризующиеся невысоким плодородием и нестабильным водным режимом, а также тяжелые заплывающие почвы, бугристые и низинные места, так как на возвышенностях растения страдают от недостатка влаги, а в низких местах – от ее избытка. Кроме того, в пониженных местах скапливается холодный воздух, который переохлаждаясь, образует туман, отрицательно влияющий на цветение и плодообразование гречихи. Лучшими являются участки с южными и юго-западными склонами, защищенные от господствующих ветров. Хорошей защитой служат лесные массивы, рощи, сады, населенные пункты.

В севообороте гречиху целесообразно размещать после пропашных, озимых зерновых и зернобобовых культур. Возможными предшественниками для гречихи являются яровые зерновые и лен.

Гречиха относится к группе культур более позднего срока сева. Поэтому наряду с уже названными предшественниками, эту культуру можно размещать после уборки озимой ржи, использованной на зеленую массу. Не рекомендуется размещать гречиху в севообороте после овса. Допустимый срок возврата гречихи на прежнее поле – 2–3 года.

Просо. Хорошими предшественниками для проса являются пропашные, зернобобовые, озимые зерновые, размещенные по занятым парам или по обороту пласта многолетних трав. В севообороте просо желательно размещать после предшественников, удобренных навозом, так как последствие органических удобрений дает не меньший эффект на урожай проса, чем прямое их действие. Не рекомендуется высеивать просо после яровых зерновых. Допустимый срок возврата на прежнее поле – 2–3 года. Лучшими для его выращивания являются дерново-подзолистые легко- и среднесуглинистые почвы, супесчаные, подстилаемые моренным суглинком.

Размещение **зернобобовых культур.** В Республике Беларусь из зернобобовых возделываются горох, вика, пелюшка и люпин. Наиболее требователен к почвам горох. Он имеет менее мощную корневую систему, требует большого количества питательных веществ в доступной для растений форме и влаги в верхнем слое почвы. Поэтому его возделывают, как правило, на более плодородных суглинистых и подстилаемых моренным суглинком супесчаных почвах. В основном на таких же почвах размещают и вику яровую. Люпин наряду с суглинистыми может возделываться и на легких по гранулометрическому составу почвах. На менее влагоемких почвах может возделываться пелюшка.

В севообороте горох следует размещать с учетом слабой его конкурентной способности подавлять сорные растения. Поэтому горох лучше размещать после картофеля, кукурузы, озимых зерновых культур, можно размещать его также после яровых зерновых и гречихи. Возвращать на прежнее поле горох необходимо не раньше, чем через 3–4 года, так как в почве могут накапливаться повреждающие горох стеблевая и гороховая нематоды. Не рекомендуется размещение гороха после овса, так как это приводит к опасности распространения нематоды, нежелательно размещать его и по льну из-за поражения его фузариозом. Не следует размещать горох после однолетних и многолетних бобовых культур и повторно.

Горох является хорошим предшественником для зерновых и пропашных культур. Он пополняет в почве запасы азота за счет фиксации его из воздуха, способствует улучшению физических свойств почвы и улучшению ее фитосанитарного состояния.

Вику размещают в севообороте после озимых и яровых зерновых культур. Допускается размещение ее также после гречихи и многолетних злаковых трав. По экономическим причинам нецелесообразно высеивать ее по пропашным предшественникам. Во избежание распро-

странения нематоды, не рекомендуется размещать ее после рапса. Не следует размещать вику после однолетних и многолетних бобовых культур, а также в повторных посевах. На прежнее поле можно возвращать не раньше, чем через 3–4 года.

Люпин не предъявляет особых требований к предшественникам. В севообороте люпин размещают в основном после озимых и яровых зерновых культур. Возможно высевать его после гречихи и многолетних злаковых трав. После пропашных культур размещать люпин нерационально. Более целесообразно их использовать как предшественники для зерновых культур. Из-за опасности распространения нематоды необходимо избегать также размещение его по рапсу. Возвращать люпин на прежнее место следует не раньше чем через 3–5 лет. Более ранние сроки возвращения люпина на прежнее поле способствуют накоплению в почве возбудителей болезней, особенно фузариоза и антракноза. Люпин является хорошим предшественником для других бобовых культур.

Для формирования максимальной урожайности сельскохозяйственных культур и поддержания благоприятного фитосанитарного состояния посевов необходимо не только размещать все культуры по благоприятным предшественникам, но и обязательно принимать во внимание степень насыщенности ими севооборота и период возврата на прежнее место. Так, для озимой ржи и овса допустимый срок возврата по фитосанитарным условиям составляет 1–2 года (табл. 14), а для озимых пшеницы и тритикале – 2–3 года.

Таблица 14. Урожайность зернобобовых культур в зависимости от степени насыщенности и периода возврата на прежнее место в севообороте

Удельный вес бобовых в севообороте, %	Возврат на прежнее место, лет	Урожайность			
		Горох		Люпин узколиственный	
		ц/га	%	ц/га	%
25	3	22,3	100	33,5	100
33	2	16,5	74	27,1	81
50	1	6,5	29	21,5	64

Особенно сильно реагируют на нарушение периода возврата на прежнее поле бобовые культуры, для которых этот показатель должен составлять не менее 3–5 лет. Установлено, что урожайность зерна гороха при возврате в севообороте через 3 года составила 22,3 ц/га. При возврате через 2 года этот показатель уменьшился до 16,5 ц/га, а через год – до 6,5 ц/га, т. е. на 26 и 71 % соответственно. У люпина

узколистного снижение урожайности зерна при возврате через 2 года составило 19 %, а через год – 36 %. Снижение урожайности зернобобовых культур при высокой степени насыщенности и нарушении периода их возврата в севообороте связано главным образом со значительным возрастанием пораженности растений фузариозными корневыми гнилями.

3.2. Размещение пропашных культур

В Беларуси из пропашных культур в основном выращивают картофель, кукурузу, сахарную свеклу, на небольших площадях – кормовые корнеплоды. Объединенные в одну группу по способу возделывания, пропашные культуры разнообразны по характеру продукции и биологическим особенностям. Общее для них – сорноочищающая роль и технология возделывания (ширина междурядий). В результате рыхления при междурядных обработках на протяжении вегетационного периода им присуща повышенная микробиологическая активность почвы. В связи с этим под пропашными культурами более активно идет мобилизация подвижных питательных веществ в результате разложения органического вещества почвы.

При выборе предшественника под пропашные культуры необходимо учитывать то, что они обладают слабой почвозащитной способностью. Поэтому при их размещении необходимо принимать во внимание крутизну склона. На склонах более 3° площади посадки (посева) ограничивают, применяя при этом почвозащитные технологии их выращивания – размещение рядов поперек склона, полосные посевы, чередуя с полосами устойчивых против эрозии культур.

Пропашные размещают в севооборотах на дерново-подзолистых суглинистых и подстилаемых мореной супесчаных почвах. Однако если картофель хорошо растет и на супесчаных подстилаемых песками почвах, то о других культурах этой группы этого сказать нельзя. Так, кормовые корнеплоды (свекла, брюква, морковь и др.) обычно выращивают на наиболее окультуренных высокоплодородных почвах.

При внесении под *картофель* органических и минеральных удобрений его можно выращивать по различным предшественникам, но, в первую очередь, после озимых зерновых культур. Возможно размещение картофеля также после льна и яровых зерновых культур. Что касается бобовых культур на зерно, то они являются хорошими предшественниками картофеля, но после них целесообразно высевать зерновые культуры.

При выборе предшественника для размещения картофеля в севообороте следует исходить из необходимости создания хороших фитосанитарных условий, учитывая возможность распространения возбудителей болезней, почвенных вредителей, засоренность посевов, а также рациональное использование картофеля как предшественника для других культур.

Из-за усиления распространения проволочника не следует размещать картофель после многолетних злаковых трав длительного пользования. К тому же неразложившаяся дернина осложняет уход за картофелем и работу уборочной техники. Поэтому после распашки пласта многолетних трав картофель лучше размещать второй культурой, а непосредственно по пласту высевать зерновую культуру. Не рекомендуется также размещать картофель после свеклы, моркови, так как эти культуры усиливают поражение клубней паршой и ризоктониозом. При этом будет наиболее рационально, если две пропашные культуры в севообороте будут размещены не в пропашном звене севооборота, а использоваться как предшественники для зерновых.

Несмотря на то, что картофель неплохо выносит повторные посевы, он самонесовместим из-за заражения почвы и поражения растений различными видами нематоды, усиления поражения паршой, фитофторозом и другими болезнями. В почве накапливаются также личинки жуков-щипунов (проволочник). Поэтому не следует практиковать его размещение на одном поле несколько лет подряд. Агротехническое значение культуры при этом резко снижается. Возвращать на прежнее поле картофель необходимо не менее чем через 3–4 года. Картофель является хорошим предшественником как для зерновых, так и для многих других культур севооборота.

Сахарная свекла. В настоящее время в районах сырьевых зон сахарных заводов концентрация посевов сахарной свеклы доведена до 8–10 %. В севооборотах ее необходимо размещать на плодородных дерново-подзолистых среднесуглинистых почвах.

Исходя из фитосанитарных условий для сахарной свеклы можно использовать достаточно широкий выбор предшественников, принадлежащих к различным хозяйственно-биологическим группам. Вредители и болезни зерновых злаков, бобовых и отдельных пропашных культур не являются опасными для посевов сахарной свеклы. В большей степени достоинства предшественника для сахарной свеклы определяется местом внесения органических и распределением в севообороте минеральных удобрений. По данным опытов научных учреждений, лучшими предшественниками для сахарной свеклы являются

озимые, идущие по удобренным органическими удобрениями занятым парам и клеверу, картофель, кукуруза, зернобобовые культуры (горох, люпин). Возможными предшественниками являются яровые зерновые, высеваемые по пропашным культурам, под которые вносились органические удобрения.

При выборе предшественника для сахарной свеклы в системе севооборотов необходимо учитывать не только полученный после того или другого предшественника урожай, но и его качество, выход сахара с единицы площади, срок возврата его на прежнее поле и в целом эффективность севооборота. В восьми или девятипольном севообороте в большинстве хозяйств под сахарную свеклу отводят одно поле. В таком случае сахарную свеклу лучше размещать после озимых, идущих по занятым парам, в звене севооборота: занятый пар – озимые зерновые – сахарная свекла.

Исследования, проведенные в РУП «Опытная научная станция по сахарной свекле», показали, что удельный вес сахарной свеклы в девятипольных севооборотах можно доводить до двух полей. При такой концентрации посевов сахарной свеклы в севообороте второе поле ее следует размещать в травяном звене: клевер – озимые зерновые – сахарная свекла. Причем в таком звене многолетние травы должны возделываться именно в виде клевера одногодичного использования. Нельзя размещать свеклу в звене: многолетние травы (злаково-бобовые или злаковые) двух и более лет пользования – озимые зерновые – сахарная свекла. При таком размещении не только снижается урожайность корнеплодов, выход сахара с единицы площади, но и увеличивается засоренность посевов как малолетними, так и многолетними сорняками. При этом создаются трудности в борьбе с многолетними сорняками и особенно с пыреем ползучим. Также усиливается заселенность и поражение растений проволочником, что ухудшает качество продукции.

Недопустимо размещение сахарной свеклы после кормовой свеклы и повторно, так как это приводит к большому накоплению в почве патогенной инфекции, распространению и сильному поражению растений корнеедом, нематодой, церкоспорозом и другими специфическими болезнями и резкому снижению урожайности корнеплодов, содержания в них сахара и ухудшению технологических качеств. Возвращать сахарную свеклу на прежнее место в севообороте необходимо не менее чем через 3–4 года.

Кормовые корнеплоды. Из группы кормовых корнеплодов в Беларуси возделываются кормовая и полусахарная свекла, морковь, брюква, турнепс. Наиболее распространена кормовая свекла. Культуры этой

группы предъявляют высокие требования к плодородию почвы. Поэтому выращивать их целесообразно на более плодородных почвах на близлежащих к фермам полях полевого севооборота или в специализированных кормовых прифермских севооборотах. Если в хозяйстве такие севообороты не введены, то корнеплоды лучше возделывать на прифермских внесевооборотных участках, соблюдая при этом определенное чередование культур. В прифермских кормовых севооборотах кормовые корнеплоды необходимо размещать после удобряемой навозом кукурузы.

Кормовые корнеплоды лучше размещать после удобряемых органическими удобрениями кукурузы, картофеля, озимых зерновых, идущих по удобренным навозом предшественникам. Не следует размещать их по злаковым травам. Недопустимо по фитосанитарным причинам размещение кормовой свеклы по сахарной свекле, а также ее повторные посевы. Возвращать на прежнее поле кормовую свеклу следует не раньше чем через 3–4 года.

Кукуруза. В отличие от всех других культур, которые возделываются в условиях Беларуси, кукурузу можно размещать как в севообороте, так и вне севооборотных массивов в выводных полях несколько лет подряд. Она дает хорошие урожаи как при чередовании ее с другими культурами в севообороте, так и бессменных посевах. И все же лучше ее выращивать в севооборотах. При возделывании кукурузы в севооборотах повышается агротехническая роль культуры, так как под нее вносятся органические удобрения, последствие которых сказывается на последующих культурах.

В севообороте кукурузу желательно размещать после озимых, под которые вносили органические удобрения, картофеля, клевера. Хорошими предшественниками кукурузы являются и зернобобовые культуры. Высокие урожаи обеспечивает кукуруза по однолетним бобовым травам, возделываемым в сочетании с промежуточными культурами. По этим бобовым предшественникам кукурузу размещают в основном в прифермских кормовых севооборотах. Однако в полевых севооборотах зернобобовые и однолетние бобовые травы целесообразнее использовать как предшественники под озимые зерновые культуры. Яровые зерновые культуры, идущие после пропашных, под которые вносили органические удобрения, являются для кукурузы возможными предшественниками. Возможными предшественниками для нее являются также гречиха и лен.

Научные данные показывают эффективность периодического взаимного чередования кукурузы с люцерной. Посевы кукурузы и люцерны через 3–4 года повторных посевов взаимно меняют местами.

При этом люцерна оставляет большое количество азота, который необходим растениям для роста и развития почти до созревания.

Не рекомендуется высевать кукурузу после многолетних злаковых трав, а также бобово-злаковых смесей двух и более лет пользования из-за большой численности проволочников и опасности повреждения ими семян и проростков.

Опыты лаборатории севооборотов БелНИИЗиК показали, что кукуруза на протяжении более 15 лет бесменного посева обеспечивает такой же урожай, как и в севообороте по разным предшественникам. При бесменном выращивании на одном и том же участке с помощью гербицидов можно полностью очистить поле от сорняков и снизить затраты на ее возделывание. В этом заключается преимущество бесменных посевов. Недостаток такого возделывания – в затрудненности размещения зерновых и других культур в севообороте. Большой недостаток и в том, что органические удобрения в бесменных посевах вносятся под кукурузу на небольших площадях, как правило, на прифермских участках, и в меньшей степени под другие культуры севооборота, а это отрицательно сказывается на плодородии остальной пахотной земли. В связи с этим повторные посевы кукурузы целесообразно размещать в выводных полях севооборота на прилегающих к фермам землях и высевать на одном месте в течение 2–4 лет с таким расчетом, чтобы периодически эти поля использовались под посевы зерновых и других культур севооборота.

В каждом конкретном хозяйстве вопрос о бесменном возделывании кукурузы или в севообороте должен решаться дифференцированно с учетом конкретных условий местности и того, чтобы создать благоприятные условия для получения высоких урожаев всех сельскохозяйственных культур при одновременном повышении плодородия почвы.

3.3. Размещение однолетних и многолетних трав

Кормовые травы на пашне в сельскохозяйственных предприятиях республики занимают значительный удельный вес – более 20 % от посевной площади и им принадлежит ведущая роль в создании кормовой базы для животноводства.

Из группы однолетних трав наибольшее распространение получили такие бобовые культуры, как кормовой люпин, горох, пелюшка, вика. Горох, пелюшку, вику на корм возделывают в основном в смеси с зерновыми культурами, преимущественно с овсом, или крестоцветными

культурами. Люпин возделывают как в чистых посевах, так и в смеси со злаками. Менее из однолетних бобовых распространена сераделла.

В структуре посевов на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных, подстилаемых мореной почвах, однолетние травы должны занимать не менее 30–50 % от площади, занятой под многолетними. На супесях, подстилаемых песком, и песчаных почвах, не пригодных для возделывания клевера, возделываются только однолетние бобовые травы.

В полевых севооборотах однолетние бобовые травы размещают в основном в занятом пару и используют в качестве предшественников озимых зерновых культур. Как парозанимающие культуры однолетние бобовые травы можно возделывать не только в обычных весенних, но и в поукосных посевах после уборки озимой ржи на зеленый корм. Высевают однолетние травы в севообороте в основном после яровых зерновых культур.

В кормовых севооборотах возделывать однолетние бобовые травы наиболее целесообразно в сочетании с промежуточными культурами – поукосными или озимыми. При этом интенсивно используются кормовые поля с последующим посевом после них в севообороте не озимых, а яровых культур. В системе создания зеленого конвейера это имеет большое значение, так как кормовое поле в таком случае используется с ранней весны до поздней осени. Размещать однолетние бобовые и бобово-злаковые травы в кормовых севооборотах можно не только после яровых зерновых, но также и после кукурузы, корнеплодов и многолетних трав. Однако при размещении после многолетних трав сначала желательно высевать озимую рожь на зеленую массу, а затем поукосно проводить посев однолетних бобовых культур.

Кроме возделывания в полевых и кормовых севооборотах однолетние травы на пахотных землях широко используют при перезалужении сенокосов и пастбищ, высевая их первой культурой после распашки травяного пласта. Среди злаковых однолетних трав ведущее место принадлежит райграсу однолетнему. Его можно возделывать в специализированных кормовых севооборотах как самостоятельной культурой, так и подсевать под покров яровых или озимых зерновых культур весной. Они используются в основном в системе зеленого конвейера как дополнение к многолетним травам и включаются в севооборот также ради пополнения хороших предшественников для зерновых культур.

Многолетние травы на пашне в сельскохозяйственных предприятиях республики занимают значительный удельный вес – 25–28 % в общей структуре посевов. Велика роль бобовых многолетних трав. Среди них ведущее место принадлежит клеверу луговому, гибриднему, ползучему, люцерне. Эти культуры по воздействию на сохранение и повышение плодородия почвы и в улучшении ее физических свойств не имеют равных. Они эффективно подавляют сорные растения и служат надежным средством в борьбе с эрозией почвы. Исследованиями РУП «Научно-практический центр по земледелию НАН Беларуси» доказано, что севообороты с клевером наиболее экономически эффективны.

Клевер лучше размещать на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах с неглубоким залеганием морены. Однако научные данные и практика сельскохозяйственных предприятий последних лет показывает, что при условии повышения культуры земледелия его можно возделывать и на связно-супесчаных почвах. Это позволяет значительно расширить зону клеверосеяния.

Клевер и его смесь со злаками подсевают, как правило, под озимую рожь, озимую пшеницу, ячмень. Такой посев трав называется подпокровным. При подсеве клевера под зерновые культуры необходимо учитывать почвенно-климатические условия хозяйства, степень окультуренности почвы, приемы агротехники и, в первую очередь, уровень применяемых удобрений под покровную культуру.

При подсеве клевера под зерновые необходимо применять такую агротехнику и систему удобрений, а также такие сорта, которые исключали бы полегание покровной культуры, так как это неизбежно приводит к изреживанию клевера и даже его полной гибели.

При соблюдении этих условий не отмечается существенных различий влияния вида покровной культуры на клевер. Это подтверждают данные, полученные в опытах БелНИИЗиК, которые свидетельствуют о том, что при подсеве как под озимую рожь, так и под ячмень получены примерно одинаковые урожаи клевера.

Преимущество подсева клевера под озимые культуры заключается в том, что сев проводится ранней весной в более влажную почву. К недостаткам относится то, что почва за зиму значительно уплотняется, рядовой сев клевера затруднен, поэтому не всегда обеспечивается нормальная заделка семян. Растения при таких условиях развития слабо укрепляются и часто гибнут, особенно при засухе.

При подсеве клевера под яровые зерновые создаются более благоприятные условия для появления всходов клевера. Семена заделываются на оптимальную глубину в рыхлую свежеработанную почву, это способствует повышению полевой всхожести, лучшему укоренению и развитию растений. В то же время на более легких по гранулометрическому составу почвах, особенно при ограниченном выпадении осадков при прорастании семян и на первом этапе развития растений, может иметь место дефицит влаги в почве.

Хорошие урожаи обеспечивает клевер при подсеве его под озимую рожь на зеленую массу и под однолетние травы (горох + овес, вика + овес). Эти покровные культуры рано освобождают поле (конец мая, начало июля), и до осени клевер еще наращивает 200–300 ц/га зеленой массы.

Не следует опаздывать с уборкой вико-, горохо-овсяных смесей, так как полегание их может привести к полной гибели клевера под покровом. Недостатком подсева клевера под покров однолетних трав является то, что они не могут быть использованы в качестве предшественника зерновых в севообороте. Поэтому такой способ подсева наиболее приемлем в специализированных кормовых севооборотах.

Как правило, клевер луговой и гибридный используют в севообороте один год, так как во второй год пользования он снижает урожайность зеленой массы на 25–35 %, изреживаются и его посевы, засоряются сорными растениями. При этом, имея в восьмипольном севообороте два поля клевера одногодичного пользования (не более 25 %), не только получают больше зеленой массы, чем при двухгодичном использовании, но и быстрее повышают плодородие почвы, а также улучшается состав предшественников в зерновых севооборотах.

По данным кафедры кормопроизводства БГСХА, сбор кормовых единиц с 1 га посева клевера одногодичного пользования в среднем за два года превысил на 38 %, или на 22 ц/га, посевы клевера двухгодичного пользования. Однако наряду с одногодичным возможно использование его посевов в течение двух лет. В этом случае нужно высевать клевер со злаковым компонентом, например, с тимофеевкой луговой. Это дает возможность повысить урожайность на второй год за счет злакового компонента. Использовать на пашне такую травосмесь более двух лет неэффективно.

Клевер на прежнее место следует возвращать не ранее чем через 3 года.

Если при периоде возврата его в севообороте через 7 лет урожайность зеленой массы составила 677 ц/га, то при возврате через 3; 2 и 1 год этот показатель уменьшился на 8; 34 и 58 % соответственно. Причиной снижения урожайности являлось существенное возрастание пораженности растений болезнями, прежде всего склеротиниозом (рак клевера).

Высокопродуктивной бобовой культурой является люцерна. Однако она предъявляет высокие требования к кислотности не только пахотного, но и подпахотного горизонтов, показатель pH должен быть близок к нейтральной реакции почвенного раствора (6,2–6,8). Такой кислотностью обладают дерново-корбанатные почвы, на которых наиболее эффективно включение люцерны в севообороты.

Для длительного (3–5-летнего) использования в специализированных кормовых севооборотах на люцернопригодных, произвесткованных почвах также эффективны бобово-злаковые травосмеси с участием люцерны (люцерна + клевер + костреч или тимофеевка). Такие травосмеси следует возделывать в выводных полях полевых севооборотов, где они обеспечивают устойчивые урожаи в течение 3–5 лет.

Злаковые многолетние травы могут высеваться под те же покровные культуры, что и клевер.

3.4. Размещение технических некропашных культур

В условиях Беларуси важнейшими техническими некропашными культурами, возделываемыми в хозяйствах, являются лен и рапс.

Лен является культурой, требовательной к условиям произрастания. В республике посевы льна в основном размещаются в хозяйствах Витебской, Могилевской и северной части Минской и Гродненской областей, где имеются более благоприятные почвенно-климатические условия. В связи со специализацией и концентрацией производства за последние годы количество льносеющих хозяйств значительно сократилось. В структуре посевных площадей в льносеющих хозяйствах лен занимает в среднем 6–7 %.

Наиболее пригодными для льна являются дерново-подзолистые средне и легкосуглинистые почвы. На легких по гранулометрическому составу почвах ввиду маломощной корневой системы, которая неглубоко проникает в почву, и из-за слабого влагообеспечения лен значительно снижает урожайность. Хорошими предшественниками для льна являются озимые, высеваемые по удобренному занятому пару, озимые

и яровые зерновые, идущие по пласту клевера или смеси его с тимофеевкой, зернобобовые, на менее плодородных почвах клевер. Пропашные культуры (картофель, корнеплоды) менее пригодны как предшественники для льна.

Ранее в основном рекомендовалось размещать лен в севообороте после клевера. Однако дальнейшие исследования показали, что в связи с возросшим плодородием почвы на хорошем клеверном пласту в период вегетации отмечается избыточное азотное питание льна, и из-за этого он обычно полегает, что ухудшает качество волокна и затрудняет механизацию уборки. В связи с этим клевер как предшественник для льна следует применять только на менее плодородных почвах.

Лен-долгунец относится к культурам, наиболее страдающим от повторных посевов и частого возвращения на прежнее поле. В первую очередь это объясняется фитосанитарными причинами, развитием бактериальных болезней и патогенных грибов. При нарушении в севообороте срока возврата льна на прежнее поле большой вред посевам наносят антракноз, фузариозное увядание, септориоз, полиспороз и другие болезни. Возбудитель их передается через почву, растительные остатки и семена. Соблюдение требований севооборота, периода ротации при возвращении на прежнее место и использование лучших в санитарном отношении предшественников является основным профилактическим мероприятием, снижающим вредоносность болезней. Для полной нейтрализации патогенов в почве возвращать лен на одно и то же поле следует не раньше чем через 5–6 лет. Однако последние исследования показывают, что применение новейших, более устойчивых к болезням сортов, усовершенствованных технологий возделывания, соблюдение рекомендуемых мер защиты растений позволяют без снижения урожая сократить период возврата льна на прежнее поле до 3–4 лет и при этом довести удельный вес его посевов в севообороте до 11–14 % (одно поле в 7-, 8-, 9-польном севообороте).

Рапс является ценной масличной культурой Беларуси. Получаемое из семян растительное масло используется не только на технические, но и на продовольственные нужды.

Зеленая масса рапса по содержанию протеина и питательности приравнивается к бобовым культурам, широко используется в качестве корма. Выращивание рапса в основных и промежуточных посевах удлиняет продолжительность «зеленого конвейера» на 3–4 недели.

Озимый рапс более урожайный, чем яровой. Для посева озимого рапса желательно использовать более плодородные дерново-

подзолистые легко- и среднесуглинистые почвы, а также супесчаные подстилаемые моренным суглинком с рН 5,8–6,5. Озимый рапс не выращивают на торфяно-болотных почвах с неустойчивым водным и тепловым режимом и опасностью вымерзания.

Для успешной перезимовки посеvy рапса следует размещать преимущественно на северных, восточных и северо-восточных склонах, т. е. там, где меньше среднесуточный перепад температур. Участок должен быть выровненный, без западин и ложбин, с легким склоном, что позволяет избежать вымочек весной. Оптимальный срок сева озимого рапса в условиях Беларуси – первая декада августа.

Предшественник для озимого рапса должен освобождать поле не позднее второй-третьей декады июля. Такой срок позволяет качественно провести обработку почвы, внести удобрения и провести борьбу с многолетними сорняками. От вида предшественника зависит развитие следующих болезней: склеротиниоз (растение-хозяин: рапс, горох, клевер, подсолнечник), ризоктониоз (рапс, горох, конские бобы, подсолнечник), вертициллезное увядание (рапс, горох, подсолнечник, люцерна, клевер, сахарная свекла); некроз корневой шейки (крестоцветные, капуста).

Хорошими предшественниками рапса являются культуры, рано освобождающие поле: однолетние травы на зеленый корм, картофель ранний, а также ранобираемые зерновые культуры.

Недопустимо использование весной в посевах предшественников озимого рапса гербицидов из группы сульфанилмочевины из-за возможного отрицательного последействия. Чтобы уменьшить миграцию вредителей и перенос возбудителей болезней должна соблюдаться пространственная изоляция от прошлогодних участков рапса и посевов других крестоцветных культур не менее 1 км. Доля в севообороте крестоцветных культур и сахарной свеклы не должна превышать в сумме 25 %. Из-за опасности заражения нематодой нельзя размещать свеклу после рапса.

На прежнее поле и после других крестоцветных культур рапс можно возвращать не раньше чем через 4 года. Сокращение промежутка времени до 2–3 лет приводит к сильному поражению посевов болезнями, вредителями и недобору урожая.

Яровой рапс является основной масличной культурой в районах с нестабильной перезимовкой озимого рапса. Яровой рапс созревает на 1,5–2 мес позже озимого, в более неблагоприятных погодных условиях. Поэтому по масличности, степени вызревания, а также урожайности семян уступает озимому рапсу. В то же время яровой рапс в срав-

нении с озимым имеет ряд преимуществ: его легче разместить в севообороте; выращивание не зависит от условий зимнего периода; выступает в качестве страховой культуры для погибших посевов озимых зерновых и рапса.

Лучшими почвами для ярового рапса в условиях Беларуси являются дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные, подстилаемые моренным суглинком. Можно выращивать яровой рапс и на торфяных мелиорированных землях. Песчаные почвы, подстилаемые песками, для возделывания ярового рапса малопригодны, на них лучше возделывать яровую сурепицу.

Яровой рапс наиболее целесообразно размещать в севообороте после зерновых колосовых культур. Как предшественники рапса могут использоваться все зерновые культуры. Не рекомендуется сеять после гречихи из-за засорения ее падалицей посевов ярового рапса.

В севообороте не следует высевать рапс после любых крестоцветных культур, а также после гороха, сахарной свеклы, льна. Размещение рапса по сахарной свекле усиливает развитие не только возбудителей болезней, но и поражение нематодой.

Допустимый срок возврата ярового рапса на прежнее поле по фитосанитарным условиям не ранее чем через 3–4 года.

Рапс яровой (табл. 15) снижал урожайность маслосемян при возврате на прежнее место в севообороте через 2 и 1 год соответственно на 10 и 23 % по сравнению с периодом возврата 3 года.

Таблица 15. Урожайность маслосемян ярового рапса в зависимости от степени насыщенности и периода возврата на прежнее место в севообороте

Удельный вес рапса в севообороте, %	Возврат на прежнее место, лет	Урожайность	
		ц/га	%
25	3	27,0	100
33	2	24,3	90
50	1	20,8	77

Нецелесообразно и изначально неправильно проводить подсев ярового рапса в слабые и изреженные посевы озимого рапса, потому что создается разница в 3–4 недели в созревании этих двух форм культуры, увеличивается также повреждение посевов вредителями и поражение болезнями.

Рапс в севообороте является хорошим предшественником для зерновых колосовых культур. Недопустимо высевать свеклу после рапса, так как он является хозяином свекловичной нематоды.

4. КЛАССИФИКАЦИЯ СЕВОБОРОТОВ

В связи с большим разнообразием почвенно-экономических условий в практике земледелия нашей страны применяется много различных севооборотов. Это послужило основанием для введения классификации севооборотов. Севообороты подразделяются на две большие группы: типы и виды (табл. 16).

Таблица 16. Классификация севооборотов

Типы севооборотов	Виды севооборотов
Полевые	Зернотравяно-пропашные (плодосменные) Зернопропашные Зернотравяные Пропашные Сидеральные
Кормовые: прифермские	Зернопропашные Травяно-пропашные Пропашные
сенокосно-пастбищные	Зернотравяные Травяные
Специальные	Пропашные Травяно-пропашные (в том числе овощекормовые) Зернопропашные Почвозащитные

В основу современной их классификации на типы положено: главный вид растениеводческой продукции, получаемой в севообороте (зерно, продукция технических культур, корма и т. д.), или их хозяйственное назначение.

По данному признаку севообороты делятся на *полевые*, *кормовые* и *специальные*, каждый из которых в свою очередь включает различные виды.

Виды севооборотов подразделяются по соотношению площадей отдельных групп культур, различающихся между собой по биологическим особенностям, агротехнике возделывания и влиянию на плодородие почвы (зерновые, технические сплошного сева, многолетние травы, пропашные, пары), характеризующих структуру посевов севооборота.

Полевые севообороты предназначены для производства зерна, продукции технических культур, картофеля, не требующих специальных условий выращивания (например, сахарная свекла, лен, картофель и др.). Небольшая часть площади полевого севооборота может быть занята

кормовыми культурами (клевер, клеверо-злаковые смеси, однолетние травы, кукуруза). Однако полное обеспечение кормами животноводства не входит в задачу полевого севооборота. Этот тип севооборота используется, как правило, во всех хозяйствах.

Кормовые севообороты предназначены для выращивания кормовых культур с целью получения сочных и грубых кормов. В таких севооборотах более половины всей посевной площади отведено для возделывания кормовых культур – силосных, корнеплодов, одно- и многолетних трав на зеленый корм, сенаж, силос, сено. Зерновые культуры в таких севооборотах занимают небольшой удельный вес и представлены, как правило, зернофуражными культурами. В зависимости от преобладания той или иной группы кормовых культур они подразделяются на два подтипа: прифермские и сенокосно-пастбищные. В прифермских севооборотах преобладают силосные культуры, корнеплоды и травы на зеленую массу. Данный подтип кормовых севооборотов размещают вблизи крупных животноводческих ферм по производству молока и мяса. Такое расположение объясняется целесообразностью снижения затрат на транспортировку заготовленного корма от места получения до места хранения и использования. Немаловажным является то, что животноводческие помещения являются источником органических удобрений, которые широко используются при возделывании корнеплодно-силосных культур. В хозяйствах с крупными комплексами по откорму крупного рогатого скота и производству молока кормовые севообороты могут вводиться на всей площади пашни в целях производства и заготовки травянистых и зернофуражных кормов.

Сенокосно-пастбищные севообороты вводят обычно на луговых угодьях для выращивания одно- и многолетних трав на сено, сенаж и на выпас. Удаленные от ферм улучшенные луга используются как сенокосы, а близлежащие – как пастбища или применяется комбинированное сенокосно-пастбищное использование. В хозяйствах, обеспеченных естественными кормовыми угодьями, сенокосно-пастбищные севообороты вводятся за счет распашки части этих угодий. Они, как правило, перезалужаются и принимают вид кормовых севооборотов.

Специальные севообороты предназначаются для выращивания одной или нескольких ценных культур, требующих повышенного плодородия почв или особой агротехники возделывания (например, овощные культуры, табак, махорка, рис и др.). Кроме того, данный тип севооборотов может играть особую агротехническую роль. К специаль-

ным севооборотам относятся овощные, плодово-питомниковые, садово-ягодные и почвозащитные.

Каждый тип севооборотов может включать различные виды. В условиях Беларуси выделяют следующие основные виды севооборотов: зернотравяно-пропашные (плодосменные), зернотравяные, зернопропашные, пропашные, травяно-пропашные, травяные и сидеральные, имеющие различное сочетание групп сельскохозяйственных культур в зависимости от его хозяйственного назначения.

Обычно в хозяйствах Беларуси используется не один, а несколько севооборотов. Количество их может быть от 3–4 до 9–10.

Кроме различий севооборотов по типам и видам их отличительными признаками являются также количество полей и продолжительность ротации.

По числу полей севообороты подразделяются на четырех – шестипольные (короткая ротация), семи – девятипольные (длинная ротация).

Количество полей в севообороте зависит от особенностей почв, специализации хозяйства и организационно-хозяйственных условий. На легких почвах, где набор культур ограничен, применяют севообороты с более короткой ротацией, на связных почвах с большим разнообразием культур вводят севообороты с более продолжительной ротацией и большим числом полей.

По структурному построению каждый севооборот состоит из звеньев. Звеном называется часть севооборота, представляющая сочетание 2–3 разнородных культур. Следует отличать звено от севооборота с короткой ротацией. Звено всегда бывает в составе севооборота, и оно является частью ротационной схемы. В севообороте же чередование культур осуществляется по замкнутой самостоятельной схеме. Например, чередование культур в варианте «кукуруза – ячмень – озимая рожь» может функционировать как звено в составе полевого или кормового севооборота с более продолжительной ротацией или в виде самостоятельного севооборота с чередованием культур во времени на отдельно обрабатываемом участке (поле). На основе совмещения (соединения) отдельных звеньев между собой составляются севообороты или схемы севооборотов.

Для полевых севооборотов наиболее характерны следующие звенья: паровые, травяные, пропашные, зерновые.

Паровые звенья. В основе паровых звеньев лежит паровое поле, которое имеет особое значение в восстановлении плодородия почвы. Его продуктивность повышается, если парозанимающие культуры возде-

ываются в сочетании с озимыми, подсеваемыми и поукосными промежуточными культурами (уплотненный занятый пар). В качестве примера можно привести следующие варианты паровых звеньев:

1) пар занятый (вико-овсяная, горохо-овсяная смесь на зеленую массу) – озимые зерновые;

2) пар занятый – озимая рожь – яровые зерновые (ячмень, овес);

3) озимая рожь на зеленую массу + однолетние бобово-злаковые смеси поукосно – озимые зерновые;

4) однолетние бобовые травы на зеленую массу + крестоцветные культуры на зеленую массу – ячмень – озимая рожь;

5) озимая рожь в смеси с озимой викой на зеленую массу + подсеваемая сераделла – озимые зерновые.

Травяные звенья. Основу таких звеньев составляют многолетние бобовые и бобово-злаковые травы, используемые как восстановители плодородия почвы.

1) клевер – озимые зерновые;

2) клевер – озимые зерновые – яровые зерновые;

3) клевер – яровые зерновые – озимые зерновые (озимая рожь);

4) клевер (или клеверо-тимофеечная смесь 2-го года пользования) – озимые зерновые – лен.

При размещении льна в специализированных севооборотах на менее плодородных землях допускается его посев по пласту многолетних бобовых или бобово-злаковых трав. В таком случае травяное звено севооборота может выглядеть следующим образом: клевер (или клеверо-тимофеечная смесь 2-го года пользования) – лен – яровые зерновые.

Пропашные звенья. Использование пропашных культур в звене севооборота позволяет повышать уровень плодородия почвы за счет внесения достаточно высоких доз органических удобрений и более интенсивной борьбы с сорной растительностью с помощью механической обработки почвы в период ухода за посевами или применения гербицидов.

Варианты пропашных звеньев могут выглядеть следующим образом:

1) пропашные (картофель, сахарная свекла, кукуруза) – яровые зерновые;

2) пропашные – яровые зерновые – зернобобовые;

3) пропашные – яровые зерновые – озимые зерновые.

Зерновые звенья. Как правило, используются в специализированных зерновых севооборотах, в которых применяется посев зерновых

по зерновым в течение 2–3 лет подряд. В этом случае зерновые колосовые дополняются посевами зернобобовых или совместимых по фитосанитарным условиям колосовыми небобовыми культурами (овес).

Варианты зерновых звеньев:

- 1) зернобобовые (горох, люпин) – озимые зерновые;
- 2) зернобобовые – озимые зерновые – яровые зерновые;
- 3) ячмень – озимая рожь – овес;
- 4) озимые зерновые – зернобобовые – яровые зерновые;
- 5) озимая рожь – овес – ячмень.

В севооборотах кормового назначения используемые травяные и пропашные звенья имеют особенности по составу и соотношению культур и их можно представить в виде *кормовых звеньев*.

Варианты кормовых звеньев:

- 1) многолетние бобово-злаковые травы двухгодичного использования – зерновые – силосные;
- 2) клевер – кукуруза – кукуруза;
- 3) люцерна (люцерна + клевер, люцерна + злаки) – кукуруза – кукуруза;
- 4) люцерна – зерновые – пропашные.

В полевых и кормовых севооборотах иногда применяют так называемые выводные поля.

Необходимость выводного поля определяется хозяйственной целесообразностью использования посевов многолетних трав длительное время при такой структуре посевных площадей, которая позволяет иметь только одно такое поле. Например, в следующей схеме: 1) люцерна; 2) озимая пшеница; 3) кукуруза; 4) ячмень; 5) занятый пар; б) озимая рожь с подсевом люцерны; для шестилетней ротации необходимо ежегодно распахать люцерну и также ежегодно подсевать ее под озимую пшеницу. Однако максимальная урожайность люцерны приходится на 2–3-й год пользования, поэтому ее распашка в первый год нецелесообразна. Кроме того, это приводит к дополнительным расходам на посевной материал люцерны.

С другой стороны, оставление люцерны в севообороте, например, на три года, означает, что три поля севооборота отведены под нее или половина всех пашенных земель, что в свою очередь противоречит структуре посевных площадей, предусматривающей только 16,7 % площади пашни под люцерну.

Для решения этой задачи применяют выводное поле с люцерной, которое выводится из севооборота на 2–6 лет. Например, при 3-летнем

использовании люцерны на третий год поле будет выводиться из севооборота, а схема чередования для оставшихся полей будет выглядеть следующим образом: 1) озимая пшеница; 2) кукуруза; 3) ячмень; 4) занятый пар; 5) озимая рожь. В нашем примере, на третий год ротации на поле ржи проводится подсев люцерны, а в следующем четвертом году это поле с люцерной выводится на три года из севооборота. Тогда как поле, которое было выведено ранее под люцерну, распахивают под посев озимой культуры, и оно вновь включается в ротацию. По этой схеме поступают с каждым полем севооборота каждые три года.

В выводных полях чаще всего возделывают люцерну, козлятник, другие многолетние травы, кукурузу. Обычно срок использования культуры в выводном поле заранее не устанавливается, а возделывают ее до тех пор, пока она дает достаточно высокие урожаи. Когда продуктивность посева снизится, выводное поле вводят в севооборот, а данную культуру высевают на другом поле, которое снова на несколько лет выводится из севооборота.

4.1. Полевые севообороты

Полевые севообороты – достаточно распространенный тип севооборотов в условиях Беларуси. Данные севообороты используются практически во всех хозяйствах, и под ними заняты основные площади пахотных земель. Тип полевых севооборотов включает следующие виды: зернотравяно-пропашные (плодосменные), зернотравяные, зернопропашные, пропашные и сидеральные.

Зернотравяно-пропашные (плодосменные) севообороты – основной вид полевых севооборотов в Беларуси. В состав их входят основные группы культур: зерновые, пропашные и бобовые культуры. Под зерновые культуры в этих севооборотах отведено не более половины площади, а на второй половине возделывают пропашные и бобовые культуры, представленные однолетними или многолетними бобовыми травами. В этом севообороте сельскохозяйственные культуры чередуются наилучшим образом: друг за другом следуют растения, относящиеся к разным группам по биологическим особенностям и агротехнике возделывания. В классическом плодосменном норфолкском севообороте (четырёхпольный севооборот, впервые появившийся в графстве Норфолк (Англия) и широко используемый в XVIII в.) под зерновые отводили 50 % площади, под пропашные и бобовые травы по

25 %. Чередование культур выглядело следующим образом: клевер – озимые – пропашные (турнепс) – ячмень с подсевом клевера. Введение в севооборот пропашных культур и клевера знаменовало собой новую эру в развитии земледелия. Д. Н. Прянишников отмечал, что переход к плодосменным севооборотам в Западной Европе еще до применения минеральных удобрений привел к удвоению урожая зерновых культур и увеличению общей продуктивности земледелия в 4 раза по сравнению с зерновым трехпольем.

Принцип плодосмена (чередование зерновых с бобовыми и пропашными) является основой современных севооборотов, применяемых в Беларуси. Они соответствуют хозяйствам с развитым животноводством, картофелеводством, свеклосеянием и льноводством. В условиях республики на клеверопригодных почвах широко распространены 8–9-польные плодосменные севообороты. Высокоэффективными плодосменные севообороты являются при следующем примерном чередовании культур: 1) озимые на зеленую массу + бобовые культуры поукосно (занятый пар); 2) озимые с подсевом клевера; 3) клевер; 4) ячмень + пожнивные; 5) пропашные; 6) яровые зерновые с подсевом клевера; 7) клевер; 8) озимые.

В плодосменных севооборотах допускается не более одного раза посев зерновых два года подряд при соблюдении ежегодной смены культур остальных полей, например: 1) занятый пар; 2) озимые; 3) пропашные; 4) яровые зерновые; 5) озимая рожь с подсевом клевера; 6) клевер; 7) яровые зерновые.

В современных севооборотах допускается так называемый сдвоенный плодосмен, при котором культуры, относящиеся к разным группам, сменяются не ежегодно, а через 2 года. Например: 1) и 2) пропашные; 3) зерновые; 4) зерновые с подсевом многолетних трав; 5) и 6) многолетние травы; 7) и 8) зерновые. В опытах РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» эффективным оказался севооборот при следующем чередовании культур: 1) картофель; 2) кукуруза; 3) ячмень; 4) озимая рожь с подсевом клеверотимофеечной смеси; 5) и 6) клеверотимофеечная смесь; 7) ячмень; 8) озимая рожь. Этот севооборот по продуктивности ненамного уступал классическому плодосменному норфолкскому севообороту.

Если многолетние травы используются в течение двух лет в плодосменном севообороте, то в многопольных севооборотах это соответствует принципу плодосмена. Например: 1) пар занятый; 2) озимые зерновые + пожнивные; 3) пропашные; 4) яровые зерновые с подсевом

клеверо-тимофеечной смеси; 5) клеверо-тимофеечная смесь первого года пользования; 6) клеверо-тимофеечная смесь второго года пользования; 7) озимые; 8) лен; 9) яровые зерновые.

Как предшественник пшеницы клеверо-тимофеечные смеси второго года пользования уступают клеверу. Они более пригодны под озимую рожь.

На легких (супесчаных, подстилаемых песком, и песчаных) почвах, непригодных для возделывания клевера, вместо него высевают однолетние бобовые культуры. В таком случае плодосменный севооборот может выглядеть следующим образом: 1) занятый пар; 2) озимая рожь + пожнивны; 3) пропашные; 4) яровые зерновые; 5) зернобобовые; 6) озимые зерновые или 1) занятый люпиновый пар; 2) озимая рожь + пожнивная редька масличная; 3) картофель; 4) ячмень, овес, 5) пелюшка; 6) озимая рожь.

На песчаных почвах, малопригодных для пшеницы и ячменя, ротация еще больше сокращается. Пример: 1) занятый сидеральный пар; 2) озимая рожь; 3) картофель; 4) овес.

Зернотравяные севообороты. Данный вид севооборота представляет собой улучшенный вариант зернопарового севооборота благодаря включению в состав культур посевов многолетних бобовых трав (клевера) или смеси их со злаковыми (тимофеевкой) травами. Примером может служить так называемый волоколамский севооборот: 1) пар; 2) озимые с подсевом клевера; 3) и 4) клевер; 5) яровые зерновые или лен; 6) пар; 7) озимые; 8) яровые зерновые. В начале XX в. он получил широкое распространение в центральных областях Нечерноземной зоны. Такие севообороты позже стали называться травопольными. Зернотравяные севообороты и теперь применяются в хозяйствах Нечерноземной зоны. Пример такого севооборота: 1) пар занятый; 2) озимые; 3) яровые зерновые с подсевом трав; 4) и 5) многолетние травы; 6) лен; 7) озимые; 8) яровые зерновые. Эти севообороты получили название зернотравяные. В них 50 % и более площади занимают зерновые, а на остальной части возделываются одно- и многолетние травы.

В настоящее время зернотравяные севообороты применяются в хозяйствах с крупными животноводческими комплексами по откорму крупного рогатого скота, где откорм ведется на собственных кормах при сенажно-концентратном типе кормления. Зернофуражные культуры используются для приготовления комбикормов.

Зернотравяные севообороты с занятыми парами состоят из паровых и травяных звеньев. Этот вид севооборотов преобладает в северной части Беларуси с большим удельным весом переувлажненных почв. Если хозяйство по каким-то причинам не успевает убрать вовремя многолетние травы второго укоса, то после них можно высевать яровые зерновые (ячмень, пшеница, овес), что обеспечивает сбор двух полноценных урожаев многолетних трав. После многолетних трав можно высевать две зерновые культуры: клевер – озимые – овес; клевер – яровые зерновые – озимая рожь.

Этот вид севооборотов как основной рекомендуется для торфяно-болотных почв. Они могут широко применяться также в системе контурно-экологических севооборотов с чередованием культур во времени, где по почвенным или организационно-хозяйственным условиям не возделываются пропашные культуры.

В лаборатории севооборотов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» разработаны варианты зернотравяных севооборотов, не уступающие по эффективности плодосменным. Например: 1) однолетние бобовые травы + промежуточные; 2) яровые зерновые с подсевом клеверо-тимофеечной смеси; 3) и 4) клеверо-тимофеечная смесь; 5) озимые + пожнивные; 6) овес (зернобобовые); 7) озимая рожь с подсевом клевера; 8) клевер; 9) зерновые.

Зернотравяные севообороты могут включать посевы льна, размещаемые по обороту пласта многолетних трав после озимых зерновых. Такие севообороты являются их разновидностью и называются зернольнотравяными.

На легких (супесчаных, подстилаемых легкими породами и песчаных) почвах основу севооборотов без пропашных культур составляют зерновые и зернобобовые культуры, однолетние бобовые и бобово-злаковые травы. Например: 1) однолетние бобовые и бобово-злаковые травы (сплошной занятый пар); 2) озимая рожь; 3) овес; 4) зернобобовые (люпин, пелюшка); 5) зерновые.

Зернопропашные севообороты. Севообороты без паровых полей, в которых посевы зерновых прерываются пропашными культурами, а зерновые и зернобобовые занимают более половины площади севооборота, а остальную часть – пропашные, называются зернопропашными. В таких севооборотах после пропашных следуют один или два года подряд зерновые, например: 1) пропашные; 2) зерновые или 1) пропашные; 2) и 3) зерновые.

В условиях Беларуси они могут применяться на супесчаных и песчаных почвах, малопригодных или непригодных для возделывания клевера или других многолетних бобовых и бобово-злаковых трав. Например: 1) озимая рожь; 2) картофель; 3) кукуруза; 4) ячмень; 5) зернобобовые; 6) овес.

На связных почвах, пригодных для возделывания многолетних бобовых и бобово-злаковых трав, зернопропашные севообороты более затратны и экономически менее эффективны, чем зернотравяно-пропашные и зернотравяные. Недостатком их является и то, что для поддержания бездефицитного и положительного содержания гумуса в почве в таких севооборотах требуется вносить более высокие дозы органических удобрений. Исследования РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» показывают, что даже внесение 11,2 т/га навоза в таких севооборотах не позволяет формировать бездефицитный баланс гумуса, в то время как зернотравяной и зернотравяно-пропашной севообороты (при наличии двух полей клевера) позволяют иметь положительный и бездефицитный баланс даже при минеральной системе удобрений. В связи с этим зернопропашные севообороты могут использоваться в системе земледелия как дополнение к плодосменным или зернотравяным севооборотам.

Пропашные севообороты. К пропашным видам севооборотов относятся такие, в которых под пропашные культуры отводится половина и более площади севооборота, а остальная площадь занята другими однолетними непропашными культурами. При подобном насыщении севооборота пропашными культурами возникает необходимость их посева подряд два года и более.

Наибольшего распространения пропашной вид полевого севооборота получил в увлажненных южных районах бывшего Советского Союза (Северный Кавказ и Украина), где пропашные культуры (сахарная свекла, подсолнечник, кукуруза) занимают половину севооборотной площади. Примером такого севооборота может служить применяемый в центральных районах Краснодарского края севооборот со следующим чередованием культур: 1) кукуруза на зерно; 2) подсолнечник; 3) зернобобовые; 4) озимая пшеница; 5) сахарная свекла; 6) кукуруза на зерно; 7) кукуруза на силос; 8) озимая пшеница; 9) сахарная свекла; 10) озимый ячмень с пожнивным посевом кукурузы.

В условиях Беларуси это довольно редкий вид полевых севооборотов, так как они высокозатратные и требуют высокого уровня плодородия почв, удобрений и других средств интенсификации земледелия.

В них еще больше обостряется проблема плодородия почвы и особенно баланса органического вещества.

Пропашные севообороты среди полевых могут иметь место лишь на отдельных полях в системе контурно-экологических севооборотов с чередованием культур во времени. Примером могут служить севообороты, используемые в хозяйствах с большим удельным весом переувлажненных почв, непригодных для возделывания картофеля и других пропашных культур. В таких случаях на автоморфных, с нормальным увлажнением почвах размещают картофель, кукурузу, чередуя их с зерновыми культурами: 1) картофель; 2) кукуруза; 3) яровые зерновые; 4) озимая рожь.

Сидеральные севообороты. Сидеральные севообороты применяют преимущественно на легких по гранулометрическому составу (супесчаных и песчаных) почвах. В них одно или более полей занимают сидеральными культурами (люпин, донник, крестоцветные и др.) для заделки выращенной массы растений в качестве зеленого удобрения с целью обогащения почвы органическими веществами. В остальных полях размещаются зерновые и пропашные культуры. Для регионов Белорусского Полесья, а также на легких почвах Гомельской, Брестской и Могилевской областей возможны следующие варианты севооборотов: 1) люпин; 2) озимая рожь с пожнивным посевом; 3) картофель; 4) люпин на зерно и зеленую массу; 5) озимая рожь и картофель; 6) овес или 1) люпин на зеленую массу и удобрение; 2) озимая рожь; 3) картофель; 4) яровые зерновые + донник; 5) донник на зеленое удобрение; 6) озимые, яровые зерновые.

Специализированные полевые севообороты – особый вид полевых севооборотов, характеризующийся предельно допустимым насыщением посевами одной из полевых культур или группой культур, сходных по биологии.

В условиях Беларуси в качестве специализированных севооборотов используются севообороты, сопровождаемые насыщением зерновыми культурами, картофелем, сахарной свеклой и льном.

Севообороты с насыщением зерновыми культурами. Сложившаяся структура посевных площадей, в которой зерновые культуры занимают примерно 50 %, позволяет формировать севообороты, практически не размещая зерновые культуры по зерновым. Увеличение доли зерновых колосовых культур в структуре посевных площадей на пашне до 55 % и более создает условия, в которых размещение зерновых по зерновым становится обязательным. В связи с этим в условиях специали-

зации и концентрации животноводства и необходимости перевода части кормовых культур в кормовые севообороты с возделыванием малотранспортабельных кормовых культур (однолетних и многолетних трав, силосных и корнеплодных культур) происходит уменьшение их доли в полевых севооборотах. Это приводит к тому, что в специализированных зерновых севооборотах возникает необходимость размещения посевов зерновых культур по зерновым.

Результаты научных исследований показывают, что не все зерновые культуры совместимы одна с другой по биологическим причинам. В этом случае необходимо учитывать следующее:

- озимая рожь совместима с ячменем и овсом;
- ячмень не совместим с пшеницей, ячменем и тритикале и совместим с овсом;
- пшеница и тритикале совместимы только с овсом и не совместимы со всеми зерновыми культурами.

В специализированных зерновых севооборотах наиболее распространены зерновые звенья с посевом зерновых два года подряд. Например: картофель – ячмень – озимая рожь; клевер – ячмень – озимая рожь. При высокой агротехнике и обеспечении мер борьбы с вредными объектами возможны посевы зерновых злаков 3 года подряд. Но в таком случае в зерновое звено обязательно включение овса.

При высокой культуре земледелия в условиях республики на дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах допустимо насыщать севообороты зерновыми злаковыми культурами до 67 %. Например:

I. 1) однолетние бобовые травы + поукосные или подсевные культуры; 2) яровые зерновые; 3) озимая рожь + пожнивные; 4) картофель; 5) ячмень; 6) озимая рожь с подсевом клевера; 7) клевер; 8) озимые + пожнивные; 9) овес.

II. 1) озимая рожь на зеленую массу + однолетние бобовые культуры на зеленую массу (уплотненный занятый пар); 2) озимые + пожнивные; 3) картофель; 4) яровые зерновые; 5) озимая рожь с подсевом клевера; 6) клевер; 7) ячмень; 8) озимая рожь + пожнивные; 9) овес.

При включении в группу зерновых зернобобовой культуры удельный вес зерновых и зернобобовых можно довести до 75–78 %.

На связных клеверопригодных почвах в севооборотах может быть следующее чередование культур и групп культур. Например:

I. 1) озимые + пожнивные; 2) картофель; 3) яровые зерновые; 4) озимые с подсевом клевера; 5) клевер; 6) озимые + пожнивные; 7) зернобобовые; 8) овес;

II. 1) однолетние бобовые травы + промежуточные; 2) яровые зерновые; 3) озимая рожь с подсевом клевера; 4) клевер; 5) озимые; 6) овес; 7) зернобобовые; 8) яровые зерновые (удельный вес зерновых и зернобобовых – 75 %). Вариант севооборота с 78 % зерновых и зернобобовых: 1) озимая рожь + пожнивные; 2) картофель; 3) яровые зерновые; 4) озимая рожь + пожнивные; 5) зернобобовые; 6) ячмень с подсевом клевера; 7) клевер; 8) озимые; 9) овес, зернобобовые. Однако на практике севооборота с таким удельным весом колосовых культур не могут быть приняты как система. Чередование культур во времени по такой схеме возможно на отдельных, как правило, отдаленных полях, в системе контурно-экологических севооборотов.

На дерново-подзолистых супесчаных почвах, где не возделывается клевер, посеvy зерновых колосовых культур в севообороте прерываются однолетними бобовыми травами на зерно и зеленую массу и пропашными (картофель, кукуруза) культурами. В качестве примера можно привести севооборот с 67%-ным насыщением зерновыми колосовыми культурами: 1) люпин кормовой или озимая рожь на зеленую массу + однолетние бобовые поукосно; 2) озимая рожь + пожнивные; 3) овес; 4) картофель; 5) ячмень; 6) озимая рожь.

При размещении зерновых в специализированных севооборотах необходимо руководствоваться следующими правилами:

– соблюдать чередование зерновых по принципу озимости и яровости;

– соблюдать чередование по отношению к болезням и вредителям;
– применять пожнивную сидерацию в зерновом звене севооборота;
– вносить под промежуточную культуру азотные, фосфорные и калийные удобрения, последствие которых положительно сказывается не только на урожайности последующей зерновой культуры, но и на уровне плодородия почвы.

Севообороты с высокой степенью насыщенности зерновыми культурами вводятся в хозяйствах, имеющих свиноводческие и птицеводческие комплексы. Эти севообороты могут также применяться в ряде хозяйств в порядке внутривозрастной специализации.

Севообороты с насыщением картофелем. В связи со специализацией и концентрацией производства посадки картофеля как технической культуры сосредотачиваются в основном в хозяйствах, распо-

женных в сырьевых зонах крахмальных и спиртовых заводов, а на продовольственные цели, особенно раннего картофеля, – в хозяйствах пригородных зон крупных населенных пунктов.

На дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах в 7–9-польных севооборотах под картофель можно занимать до двух полей. При этом следует учитывать, что при выращивании семенного картофеля его следует возвращать на прежнее поле не ранее чем через 2–3 года. Примерные варианты специализированных севооборотов с картофелем:

I. На суглинистых и супесчаных, подстилаемых мореной почвах: 1) занятый пар; 2) озимые + пожнивные; 3) картофель; 4) ячмень с подсевом клевера; 5) клевер; 6) зерновые; 7) картофель; 8) яровые зерновые;

II. На супесчаных почвах, подстилаемых песком: 1) занятый пар; 2) озимая рожь + пожнивные; 3) картофель; 4) ячмень; 5) люпин на зерно; 6) овес.

Севообороты с насыщением сахарной свеклой. В условиях дальнейшего углубления специализации хозяйств и концентрации посевов сахарной свеклы в сырьевых зонах сахарных заводов удельный вес сахарной свеклы в севообороте можно доводить до 20–25 % пашни. Увеличение ее доли более 25 % влечет за собой рост вероятности заражения свекловичной нематодой и патогенными почвенными грибами, вызывающими заболевания. В настоящее время в отдельных хозяйствах удельный вес этой культуры в общей структуре посевов составляет 12–15 %. В большинстве хозяйств под сахарную свеклу отводят одно поле в 8–9-польном севообороте. В таком случае свеклу необходимо высевать после озимых, идущих по занятым парам. Это позволяет на постоянной основе вносить в почву органические удобрения и проводить известкование почвы под парозанимающую или озимую зерновую культуру. Варианты специализированных свекловичных севооборотов могут иметь следующее чередование: 1) занятый пар; 2) озимые; 3) сахарная свекла; 4) ячмень с подсевом клевера; 5) клевер; 6) яровые зерновые; 7) картофель; 8) ячмень; 9) озимая рожь. Если в такие севообороты вводится еще одно поле сахарной свеклы, то его следует размещать в травяном звене: клевер – озимые – сахарная свекла. Чередование культур в таком севообороте может быть следующим: 1) занятый пар; 2) озимые; 3) сахарная свекла; 4) ячмень с подсевом клевера; 5) клевер; 6) озимые; 7) сахарная свекла; 8) яровые зерновые.

По такой же схеме культуры чередуются во времени (по годам) при размещении свеклы на отдельных полях (рабочих участках), в случае если не все поля являются пригодными для ее возделывания по почвенным условиям. В целом возврат сахарной свеклы на прежнее место можно осуществлять не ранее чем через 3–4 года.

Севообороты с насыщением льна. В настоящее время в Беларуси возделыванием льна-долгунца занимаются льнозаводы, которые имеют всю линейку машин по его посеву, уходу и уборке, но не располагающие земельными ресурсами. Почвы для возделывания льна ежегодно арендуются у сельскохозяйственных организаций. В связи с этим говорить о наличии специализированных севооборотов можно несколько условно. При размещении льна в специализированных севооборотах наиболее частой рекомендацией является наличие одного поля за период его ротации. Однако учитывая требования льна к почвенным условиям и возможный период возврата на прежнее место, удельный вес льна в структуре посевных площадей отдельных предприятий может составлять от 10 до 12 %. Поэтому при общем небольшом удельном весе льна в структуре пашни на полях с благоприятными почвенными условиями концентрация его посевов может быть значительно выше. В таком случае допускается высевать два поля льна за ротацию 8–9-польного севооборота, что приводит к более частому его возврату на то же поле.

Варианты специализированных севооборотов:

I. 1) однолетние травы (сплошной занятый пар); 2) озимые; 3) картофель; 4) ячмень с подсевом клевера; 5) клевер; 6) яровые или озимые зерновые; 7) лен; 8) яровые зерновые.

II. 1) сплошной занятый пар; 2) озимые; 3) лен; 4) картофель; 5) ячмень с подсевом клевера; 6) клевер; 7) ячмень или озимые; 8) лен; 9) яровые зерновые.

III. 1) однолетние травы; 2) озимые зерновые; 3) лен; 4) ячмень с подсевом клевера; 5) клевер; 6) озимые или яровые зерновые; 7) лен; 8) яровые зерновые.

4.2. Кормовые севообороты

Использование кормовых севооборотов целесообразно в хозяйствах с крупными животноводческими комплексами по производству молока и мяса крупного рогатого скота, а также со средними размерами ферм в порядке внутривозрастной специализации. Они решают задачу

обеспечения сельскохозяйственных животных грубыми и сочными кормами. Несмотря на то что в полевых севооборотах могут возделываться многолетние и однолетние травы, силосные культуры, производство кормов недостаточно для удовлетворения потребностей крупных животноводческих хозяйств. В связи с этим возникает необходимость в применении кормовых севооборотов, являющихся основой кормопроизводства.

Современный подход к построению кормовых севооборотов базируется на ряде принципов.

1. Кормовые севообороты должны соответствовать установленной в сельскохозяйственном предприятии структуре посевных площадей и удовлетворять потребности животноводства в кормах по их количеству, ассортименту и качеству.

2. Выбор культур для кормовых севооборотов зависит от конкретных почвенно-климатических условий, обеспечивающих максимальный выход кормов с единицы площади пашни при наименьшей ее себестоимости и возможности применения современных технологий возделывания и использования кормов.

3. Выбор кормовых культур также должен определяться их универсальностью, например, многолетние травы и др., пригодные для производства зеленых, силосных, грубых или концентрированных кормов.

4. Видовой состав культур, структура посевных площадей, сроки посева, уборки или скармливания должны обеспечивать зеленый конвейер животноводства при различных способах содержания и кормления;

5. В районах достаточного увлажнения и в условиях орошаемого земледелия необходимо использовать посевы промежуточных культур.

6. Подобранные кормовые культуры, технология их возделывания и заготовки кормов севооборотов должны обеспечивать воспроизводство плодородия почвы, защиту от эрозии и окружающей среды.

Принципы построения кормовых севооборотов близки к принципам построения к полевым и специальным севооборотам.

Кормовые севообороты подразделяют на *прифермские* и *сенокосно-пастбищные*.

Прифермские севообороты получили наибольшее распространение среди кормовых севооборотов. По структуре посевных площадей они отличаются от полевых севооборотов с малой долей или полным отсутствием зерновых культур, высокой долей пропашных силосных культур (подсолнечника, кукурузы, кормовой капусты и др.), кормо-

вых корнеплодов (кормовые свекла, брюква, морковь, турнепс и др.), картофеля. В некоторых севооборотах в качестве кормовых культур можно использовать тыкву и кабачок. На кормовое зерно используют кукурузу, овес, ячмень, горох, чину, кормовой люпин, сорго и др.

Как уже отмечалось выше, они размещаются вблизи животноводческих ферм и комплексов, что позволяет сократить затраты на перевозку малотранспортабельных объемных зеленых и силосных кормов, а также подстилочного и бесподстилочного навоза (жидкого и полужидкого), подготовленного к внесению, который используется здесь в повышенных дозах.

В прифермских севооборотах, также как и в полевых, из многолетних трав высевают одну бобовую траву, например, люцерну, клевер, или простую бобово-злаковую травосмесь, например, смесь клевера с тимофеевкой или люцерну с кострцом безостым.

Прифермские севообороты не имеют чистых паров. Чаще они относятся к пропашным, травяно-пропашным и зернопропашным видам севооборотов. Данные севообороты, как правило, состоят из травяных и пропашных звеньев:

1–2) многолетние травы, 3) пропашные;

1–2) многолетние травы + озимые промежуточные культуры на корм, 3) пропашные;

1) однолетние травы с подсевом многолетних трав, 2–3) многолетние травы;

1) пропашные, 2) яровые зернофуражные;

1) пропашные (кукуруза на силос), 2) пропашные (кормовые корнеплоды и картофель).

Прифермские севообороты характеризуются непродолжительными ротациями от 4 до 6–7 лет и располагаются недалеко от ферм на удобренных плодородных почвах. Последнее обстоятельство связано с высоким насыщением севооборота пропашными культурами, часто в повторных посевах. Эти культуры (кукуруза на силос и зеленый корм, кормовые корнеплоды) весьма требовательны к плодородию почвы и показывают высокую продуктивность – до 10 тыс. кормовых единиц с 1 га пашни на фоне больших доз удобрений и при орошении.

Согласно исследованиям МСХА им. К. А. Тимирязева, насыщение с 25 до 100 % четырехпольного прифермского севооборота пропашными кормовыми культурами без орошения в условиях дерново-подзолистых суглинистых почв при одновременном повышении агрофона увеличили продуктивность севооборота более чем в 2 раза (табл. 17).

Таблица 17. Продуктивность прифермских севооборотов при различном насыщении их пропашными культурами

Номер севооборота	Соотношение культур			Сбор кормовых единиц					
	пропашные	зерновые	бобовые	без удобрений		одинаковое количество удобрений		удобрения по выносу питательных веществ	
				т/га	%	т/га	%	т/га	%
1	25	50	25	3,06	100,0	4,15	100,0	4,15	100,0
2	50	25	25	3,16	100,3	4,34	104,6	4,70	113,3
3	75	25	–	4,25	138,9	6,28	151,3	7,18	173,0
4	100	–	–	4,49	146,7	6,52	157,1	7,69	185,3

При использовании многолетних трав важно правильно выбрать покровную культуру для их подсева. В прифермских кормовых севооборотах многолетние травы подсевают под покров культур, рано освобождающих поле, например, однолетних на зеленый корм (вико-овсяная смесь) или озимых промежуточных культур (озимая рожь на зеленый корм).

В травяно-пропашных прифермских севооборотах важно правильное использование пласта многолетних трав под пропашные культуры. Оптимальным размещением после многолетних трав является посев кукурузы или других силосных культур, интенсивно потребляющих азот, накопленный бобовыми предшественниками, а также кормовые культуры из семейства капустных – турнепс, рапс, кормовая капуста, брюква и др. По обороту пласта размещают картофель или кормовые корнеплоды.

Травяной период прифермского травяно-пропашного севооборота используют для временных пастбищ. Для этого период использования многолетних трав увеличивают до 3–4 лет, начиная выпас скота со второй половины второго года пользования.

Для более длительного использования многолетних трав используют выводные поля или число полей до 3–4. Тогда возможно построение чередования травяно-пропашного севооборота с увеличенным травяным периодом: 1) однолетние травы на корм с подсевом сложных смесей многолетних трав; 2–5) многолетние травы; 6) кукуруза на силос; 7) кормовые корнеплоды. Такие севообороты часто используют в животноводческих хозяйствах молочного направления в условиях стойлово-пастбищного содержания скота.

Наиболее ценным предшественником в прифермских севооборотах являются многолетние травы и пропашные культуры, поэтому целесо-

образно использовать их последствие для получения высоких урожаев зернофуражных и других зерновых культур.

Зернопропашные прифермские кормовые севообороты, как правило, имеют короткую ротацию, в которой пропашные и зерновые культуры занимают примерно равные площади, сменяя друг друга, например: 1) кукуруза на силос; 2) зерновые; 3) картофель и кормовые корнеплоды; 4) зерновые. В зернопропашных севооборотах отсутствуют многолетние травы, но возможны однолетние или зернобобовые в качестве предшественников озимых зерновых культур: 1) однолетние травы или зернобобовые; 2) озимые зерновые; 3–4) кукуруза на силос; 5) яровые зерновые; 6) кормовые корнеплоды и картофель.

В хозяйствах, специализирующихся на производстве молока, на почвах связного гранулометрического состава рекомендуются прифермские кормовые севообороты, в структуре которых преобладают силосные, одно- и многолетние травы, корнеплоды, например: 1) однолетние бобовые травы + поукосные культуры; 2) ячмень с подсевом клевера; 3) клевер; 4) кукуруза; 5) корнеплоды; 6) яровые зерновые (удельный вес кормовых культур – 66,6 %, зерновых – 33,4 %) или 1) однолетние травы + подсевные или поукосные культуры; 2) ячмень с подсевом клевера; 3) клевер; 4) кукуруза; 5) корнеплоды; 6) люцерна (выводное поле) (кормовых – 83,3 %, зерновых – 16,7 %).

На легких почвах, непригодных для посева многолетних трав, чередование культур в таких севооборотах может быть следующим: 1) пелюшко-овсяная смесь на зеленую массу + поукосные культуры; 2) яровые зерновые; 3) силосные; 4) кукуруза (кормовых – 75,0 %, зерновых – 25,0 %).

Основным предназначением *сенокосно-пастбищного* кормового севооборота является производство сена и зеленого пастбищного корма. В его основе лежат посевы многолетних трав с длительным периодом использования, преобладающие в структуре посевных площадей травопольного или многопольно-травяного севооборота.

Эти севообороты, как правило, размещают на отдаленных массивах, на малоурожайных естественных кормовых угодьях, лугах, поймах рек, осушенных болотах, на нижних частях склонов пахотных земель при создании культурных пастбищ и лугов.

Они отличаются от прифермских составом кормовых культур и их соотношением. В сенокосно-пастбищных севооборотах применяют сложные травосмеси, состоящие из 2–3 и более многолетних злаковых трав и 2–3 и более многолетних бобовых трав. Например, клевер луго-

вой, клевер гибридный, клевер ползучий, тимофеевка луговая, овсяница луговая, мятлик луговой, полевица белая.

Эффективность и длительность использования многолетних трав в сенокосно-пастбищных кормовых севооборотах зависят от почвенных, гидрологических, агротехнических условий и способов их использования.

В зернотравяных сенокосно-пастбищных севооборотах в отличие от полевых зерновая группа в основном представлена зернофуражными культурами. Эти культуры могут занимать до 50 % площади, а остальную часть – одно- и многолетние травы, например, 1) однолетние травы с подсевом многолетних трав; 2–5) многолетние травы 1–4-го года пользования; 6) яровые зернофуражные или 1–2) многолетние травы 1–2-го года пользования на сено; 3–4) многолетние травы 3–4-го года пользования на выпас; 5) однолетние травы; 6) озимые зерновые на зеленый корм с поукосным посевом кормовых культур (однолетние травы, кормовая капуста, турнепс); 7) яровые зернофуражные с подсевом многолетних трав.

В травяных кормовых севооборотах, относящихся к подтипу сенокосно-пастбищных, многолетние травы занимают не менее половины площади севооборота, а остальную часть – зернофуражные культуры и однолетние травы, например: 1) озимая рожь на зеленую массу с подсевом многолетних трав; 2–4) многолетние травы 1–3-го года пользования; 5) однолетние травы с подсевом клевера; 6) клевер.

Примером травяного севооборота для комплексов крупного рогатого скота и выращивания нетелей может быть следующий севооборот: 1) ячмень с подсевом клеверо-timoфеечной смеси; 2–3) клеверо-timoфеечная смесь 1–2-го года пользования; 4) озимая рожь; 5) однолетние травы с подсевом многолетних бобово-злаковых смесей; 6) многолетние бобово-злаковые смеси на выпас (выводное поле).

В целом все кормовые севообороты в отличие от полевых представляют собой типичную форму насыщенных специализированных севооборотов.

4.3. Специальные севообороты

Специальные севообороты по составу культур и хозяйственному назначению в условиях Беларуси представлены *овощными, плодовыми и почвозащитными* севооборотами.

Овощные севообороты размещают на плодородных дерновых и дерново-подзолистых почвах с глубоким пахотным горизонтом и вы-

соким содержанием гумуса. Они бывают двух видов: пропашные и травяно-пропашные. Примером пропашного севооборота может быть следующий: 1) капуста белокочанная; 2) морковь столовая; 3) силосные культуры; 4) свекла столовая; 5) картофель или 1) огурец или лук на перо; 2) капуста белокочанная ранняя или цветная капуста; 3) столовые корнеплоды; 4) картофель ранний или томат; 5) зеленные культуры (2–3 оборота) или 1) капуста; 2) огурец; 3) лук; 4) морковь.

Чередование овощных культур с травами и кормовыми культурами значительно улучшает фитосанитарное состояние почвы, снижает поражаемость овощей болезнями и вредителями. В связи с этим наряду с пропашными в хозяйствах, специализирующихся на производстве овощей, используются и травяно-пропашные севообороты. Примеры: 1) однолетние травы с подсевом многолетних трав; 2–3) многолетние травы 1–2-го года пользования; 4) капуста (среднепоздние и поздние сорта); 5) капуста; 6) морковь; 7) столовая свекла или 1) ячмень с подсевом клевера; 2) клевер; 3) капуста белокочанная; 4) столовая свекла; 5) морковь или 1) однолетние травы с подсевом клевера; 2) клевер; 3) капуста; 4) картофель ранний; 5) ранние овощи; 6) столовые корнеплоды (свекла, морковь).

Фруктовые севообороты организуются с целью выращивания саженцев для их последующей реализации или рассаживания при закладке сада, например: 1) яровые зерновые с подсевом клеверо-тимофеечной смеси; 2–3) клеверо-тимофеечная смесь 1–2-го года пользования; 4) подвои; 5) однолетки; 6) двухлетки; 7) пропашные.

В плодовых питомниках, где срок выращивания сеянцев и саженцев в большинстве случаев более короткий, чем в древесно-декоративных питомниках, многолетние травы в севооборотах имеют самое широкое применение. З. А. Метлицкий на основе обобщения опыта плодовых питомников приходит к следующим выводам. Бесменная культура подвоев и саженцев дает для большинства пород неудовлетворительные результаты даже при условии интенсивного внесения органических удобрений. На одном участке не следует допускать более одного цикла саженцев. При чередовании пород (косточковые и семечковые) можно в случае необходимости пропустить два цикла саженцев. При выращивании подвоев длительность бесменной культуры одной и той же породы в питомнике не должна превышать 2 лет. Для чередования с сеянцами и саженцами необходимо подбирать такие культуры, которые способствовали бы восстановлению мелкокомковатой структуры почвы, утрачиваемой ею при длительной многократной обработке в школе саженцев и сеянцев, обогащали почву органическими веществами, очищали ее от сорняков, борьба с которыми при занятости поля саженцами, и в особенности

сеянцами, исключительно трудоемка (необходима ручная прополка). Длительность цикла культур, чередующихся с плодовыми сеянцами и саженцами, должна быть не меньше 3–4 лет. Желательна большая продолжительность этих сроков.

С учетом этих положений З. А. Метлицкий рекомендует включать в севообороты плодовых питомников многолетние бобовые в смеси со злаковыми травами и в качестве примерных схем приводит следующие варианты севооборотов:

I. 1) яровые или озимые с подсевом многолетних бобово-злаковых трав; 2–3) многолетние травы; 4) подвой семечковых; 5) подвой косточковых; 6) корне- или клубнеплоды; 7) подвой семечковых; 8) пропашные;

II. Травопольно-питомнический (8-польный): 1–3) многолетние бобово-злаковые травы; 4) первое поле питомника (весной посадка подвоев, летом – окулировку 5) второе поле питомника (весной – окулянты, к осени – однолетки); 6) третье поле питомника (к осени – двухлетки); 7–8) овощи или полевые пропашные.

Почвозащитные севообороты вводятся с целью предохранения почвы от водной и ветровой эрозии. Необходимость в них возникает чаще всего на осушенных торфяно-болотных, на слабогумусированных почвах легкого гранулометрического состава, на склоновых землях.

Негативное влияние эрозионных процессов заключается не только в деградации почвенного покрова и снижении производительной способности почв, но и в заметном осложнении экологической ситуации в районах их проявления. Выполненные исследования показывают, что в условиях Беларуси плоскостной смыв начинает проявляться уже на склонах с крутизной около 1°, а на открытых мелиорированных территориях Полесья песчаные почвы уже при скорости ветра 3–4 м/с подвергаются ветровой эрозии. Установлено, что с 1 га пашни ежегодные потери почвы от эрозионных процессов составляют около 10 т твердой фазы почвы. Вместе с почвой с обрабатываемых угодий безвозвратно теряется до 150 кг гумусовых веществ, до 10 азота, 4–5 фосфора и калия, 5–6 кг кальция и магния. Естественно, что в условиях холмистого рельефа и близкого расположения пахотных земель к акваториям водоемов, значительная часть этих биогенных элементов поступает в озера и реки, загрязняя их и ухудшая состояние воды.

Недоборы урожая сельскохозяйственных культур из-за ухудшения свойств почв, подверженных эрозии, составляют в зависимости от степени эродированности для зерновых культур 12–40 %, пропашных – 20–60 %, льна – 15–40 и для многолетних трав – 5–30 %.

В связи с этим использование земель в эрозионных ландшафтах должно осуществляться на основе применения новейших подходов к организации территории и формированию севооборотов.

Характер природно-климатических условий и интенсивная сельскохозяйственная нагрузка на почвенный покров республики обусловили значительное проявление на ее территории эрозионных процессов. В Беларуси подвержено эрозии 550,6 тыс. га почв сельскохозяйственных угодий. Кроме этого, 1686 тыс. га занимают земли с потенциально возможным смывом почв, а 3445 тыс. га являются дефляционно опасными, которые при неправильном сельскохозяйственном использовании могут быть подвержены эрозионному почворазрушению в первую очередь.

В зависимости от степени эрозионной деградации и величины смыва почвы на пахотных землях, подверженных водно-эрозионным процессам, выделяют пять агротехнологических групп (табл. 18).

Такое деление позволяет дифференцировать использование земель и установить нормированную нагрузку на почвенный покров в зависимости от степени его эрозионной опасности.

К первой группе относятся земли с незэродированными и очень слабоэродированными полнопрофильными почвами на склонах с крутизной до 1°. Пахотный горизонт этих почв не нарушен. Смыв почвенного мелкозема не превышает 2,0 т/га, что соответствует уровню предельно допустимого смыва для дерново-подзолистых почв Беларуси. Запасы гумуса в пахотных горизонтах этих почв составляют 50 т/га и более. Они характеризуются благоприятными агрофизическими свойствами и могут использоваться в качестве обрабатываемых угодий без ограничений.

Таблица 18. Агротехнологические группы земель по степени эрозионной деградации почв и интенсивности сельскохозяйственного использования

Группы земель	Степень эродированности почв	Смыв почвы, т/га в год	Характеристика пахотного горизонта почв (A_n)				Интенсивность использования
			степень разрушения	запасы гумуса, т/га	объемная масса, $г/см^3$	порозность, %	
1	2	3	4	5	6	7	8
I	Незэродированные и очень слабоэродированные на склонах с крутизной до 1°	<2,0	Ненарушенный	50 и выше	1,15 ± 0,14	56,1	Без ограничений

1	2	3	4	5	6	7	8
II	Слабоэродированные на склонах с крутизной 1–3°	2,1–5,0	Частично разрушен, припахивается подзолистый горизонт А ₂	35–45	1,32 ± 0,09	49,8	Со слабыми ограничениями
III	Среднеэродированные на склонах с крутизной 3–5°	5,1–10,0	Полностью разрушен, распахивается А ₂ и верхняя часть иллювиального горизонта В	20–30	1,43 ± 0,08	44,1	С сильными ограничениями
IV	Сильноэродированные на склонах с крутизной 5–7°	10,1–20,0	Разрушены А _n и А ₂ , распахивается горизонт В	10–15	1,51 ± 0,11	39,6	С очень сильными ограничениями
V	Очень сильноэродированные на склонах с крутизной более 7°	> 20,0	Разрушены А _n и А ₂ , распахиваются горизонт В и подстилающая порода С	Меньше 10	1,57 ± 0,09	38,2	Исключаются из состава обрабатываемых земель

Ко второй агротехнологической группе относятся земли, расположенные на склонах с крутизной 1–3°. Как правило, почвы здесь слабоэродированные с величиной потенциального смыва 2,1–5,0 т/га. Пахотный горизонт (А_n) частично разрушен, к нему припахивается нижележащий подзолистый горизонт (А₂). Запасы гумуса по сравнению с неэродированными почвами ниже на 20–30 %, заметно возрастает плотность сложения верхнего горизонта и уменьшается порозность. Земли этой группы нуждаются в слабых ограничениях в использовании.

Третью группу составляют земли, расположенные на склонах с крутизной 3–5°. Чаще всего они представлены среднеэродированными почвами. Годовой смыв мелкозема составляет здесь 5,1–10,0 т/га. Это ведет к полному разрушению пахотного горизонта и распашке подзолистого и даже верхней части иллювиального горизонта (В). Запасы гумуса уменьшаются в 2,0–2,5 раза по сравнению с полнопрофильными почвами. При этом резко ухудшаются агрофизические свойства. В качестве обрабатываемых эти земли могут использоваться лишь с сильными ограничениями, которые заключаются в полном исключе-

нии пропашных культур и необходимости применения специальных систем обработки почвы.

Четвертая группа представлена землями, расположенными на крутых склонах (5–7°). Почвы этой группы земель обычно сильно деградированы, пахотный горизонт образован из иллювиального горизонта. Среднегодовой смыв составляет 10,1–20,0 т/га мелкозема. Запасы гумуса в верхнем слое почвы – 10–15 т/га, что в пять раз ниже, чем в почвах первой группы. Плотность сложения составляет 1,50 г/см³ и более, а общая порозность снижается до 40 % и менее. Земли этой группы нуждаются в очень сильных ограничениях при использовании их в качестве обрабатываемых угодий.

Пятая агротехнологическая группа земель расположена, как правило, на очень крутых склонах. Среднегодовой смыв почвы составляет более 20,0 т/га, что ведет к формированию крайне неблагоприятных их агрономических свойств. Земли этой группы нуждаются в исключении из состава обрабатываемых угодий.

Дифференцированное использование равнинных территорий Полесья с широким распространением дефляционных процессов зависит в основном от генетических составляющих почвенного покрова, степени увлажнения и гранулометрического состава почв.

Оценка агроэкологического состояния почвенного покрова и степени его дефляционной опасности дает возможность выделить в регионе Белорусского Полесья пять типов земель. Каждый из выделенных типов характеризуется определенным компонентным составом почвенных разновидностей, близким уровнем почвенного плодородия и сравнительно одинаковой степенью дефляционной опасности. Это дает основание рассматривать типы в качестве агротехнологических групп земель (табл. 19).

Таблица 19. Агротехнологические группы дефляционноопасных земель в агроландшафтах Белорусского Полесья

Типы земель	Дефляционная опасность почв, т/га	Состав почв, %						
		ДП _{двт} , ДП _{виу} , ДП _{отв} , ДП _{гв}	ДП _з	Д _з	ДК _з	ТБ _н	ТБ _в	ТБ _д
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Приподнятые плоские заболоченные песчаные	1–3		30 40 70	50 50 20		20 10 10		
Высокие волнистые песчаные	6–10	100						

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Низинные плоские заболоченные осушенные песчаные	8–13			60 60	30	10 10		30
Котловинные осушенные торфяные	10–12			10 40		80 50	10	10
Котловинные осушенные деградированные торфяно-песчаные	15 и более				20	10		70

Примечание. ДП_{авт} – дерново-подзолистые автоморфные; ДП_{вну} – дерново-подзолистые временно избыточно увлажненные; ДП_{огв} – дерново-подзолистые оглеенные внизу; ДП_{гв} – дерново-подзолистые глееватые; ДП_з – дерново-подзолистые заболоченные; Д_з – дерновые заболоченные; ДК_з – дерново-карбонатные заболоченные; ТБ_н – торфяно-болотные низинные; ТБ_в – торфяно-болотные верховые; ТБ_д – торфяно-болотные деградированные низинные.

К первой агротехнологической группе отнесены приподнятые плоские заболоченные обрабатываемые земли с преобладанием дерново-подзолистых заболоченных, дерновых заболоченных песчаных почв и небольшим удельным весом (до 20 %) торфяно-болотных низинных почв. Потенциальная дефляционная опасность их – 1–3 т/га в год.

Вторая агротехнологическая группа высоких песчаных обрабатываемых земель включает дерново-подзолистые песчаные автоморфные, оглеенные внизу, временно избыточно увлажненные и глееватые осушенные почвы. Эта группа земель характеризуется близкими агрономическими свойствами почв, средней и сильной их дефляционной опасностью. Потенциально возможный перенос почвы ветром 6–10 т/га в год.

Третья группа земель объединяет песчаные дерновые заболоченные, дерново-карбонатные заболоченные или торфяно-болотные деградированные, а также торфяно-болотные осушенные почвы. Характеризуется легким гранулометрическим составом, сильной неоднородностью и слабой устойчивостью к процессам ветровой эрозии. Потенциальная дефляционная опасность изменяется от 8 до 13 т/га в год.

К четвертой группе отнесены обрабатываемые земли самой низкой гипсометрической ступени, т. е. котловинные и котловинно-ложбинные. Преобладают осушенные торфяно-болотные маломощные почвы с присутствием осушенных дерновых заболоченных по периферии котловин или в виде небольших островов в центре. Характеризуются несложным и малоконтрастным почвенным покровом. Потенциально возможный перенос почвы ветром – 10–12 т/га в год.

Пятая агротехнологическая группа – котловинные осушенные деградированные торфяно-песчаные земли с преобладанием деградиро-

ванных маломощных торфяников. Образовалась в результате глубокого осушения и нерационального использования почвенного покрова в сельском хозяйстве. Основной фон почв этой группы (70 %) составляют торфяно-минеральные, минеральные остаточно-торфянистые и минеральные постторфяные почвы. К небольшим сползшим буграм приурочены дерново-карбонатные почвы, которые являются одним из компонентов этой группы земель и усиливают степень их неоднородности. Сохранившиеся в небольшом количестве маломощные торфяно-болотные низинные почвы ожидают в будущем трансформация в общий фон деградированных почв. Потенциально возможный перенос почвы ветром может достигать максимальной величины (15 т/га в год и более).

При формировании севооборотов и установлении структуры посевов в пределах агротехнологических групп земель учитывается пригодность почв для возделывания сельскохозяйственных культур и их почвозащитная способность. По почвозащитной способности сельскохозяйственные культуры делятся на три группы: 1) высокой почвозащитной эффективности – многолетние травы, озимый рапс, озимые рожь и пшеница; 2) средней почвозащитной эффективности – яровые зерновые, зернобобовые, однолетние травы и лен; 3) низкой почвозащитной эффективности – пропашные культуры (картофель, кукуруза, свекла). Коэффициенты почвозащитной способности отдельных сельскохозяйственных культур следующие: многолетние травы второго и третьего годов пользования – 0,98, многолетние травы первого года пользования – 0,92, озимые зерновые – 0,89, яровые зерновые – 0,67, однолетние травы – 0,65, лен – 0,45, картофель – 0,18, чистый пар – 0.

Установление нормативной оценки противоэрозионной роли севооборотов осуществляется с использованием данных о почвозащитной способности отдельных культур и насыщение ими севооборотов по нижеприведенной формуле.

$$Hз = \frac{Kз_1 S_1 + Kз_2 S_2 + \dots Kз_n S_n}{S_1 + S_2 + \dots S_n},$$

где $Hз$ – нормативная оценка противоэрозионной роли севооборота;

$Kз_1, Kз_2, Kз_n$ – коэффициенты почвозащитной способности отдельных культур;

S_1, S_2, S_n – насыщение севооборота отдельными культурами, %.

При формировании схем интенсивных зернопропашных и плодосменных севооборотов необходимо учитывать расчлененность территории, степень однородности почвенного покрова и другие хозяйственные условия.

В почвозащитных зернотравяных и травяно-зерновых севооборотах состав и порядок чередования культур должен предусматривать, в

первую очередь, сохранение почвы от разрушения и восстановление ее плодородия. Это достигается за счет увеличения в структуре посевов удельного веса многолетних трав, обеспечивающих удлинение периода, в течение которого почва находится под защитой растений, и стерни, увеличение количества поступающих в почву растительных остатков.

На землях интенсивного использования (первая агротехнологическая группа) целесообразно размещать севообороты с нормативной оценкой противоэрозионной роли – 0,5–0,6. Это, как правило, зерно-пропашные и зернотравяно-пропашные (плодосменные) севообороты с удельным весом пропашных культур до 45 % (табл. 20).

На землях второй агротехнологической группы с незначительными ограничениями в использовании рекомендуется размещать зернотравяно-пропашные севообороты с H_z – 0,6–0,8. Пропашные культуры могут занимать здесь до 25 %, зерновые – до 65 и многолетние травы – до 30 %.

Земли третьей группы, отличающиеся сильными ограничениями в использовании, целесообразно применять в зернотравяных севооборотах с нормативной оценкой противоэрозионной роли – 0,8–0,9. Возделывание пропашных культур исключается, а многолетние травы должны занимать от 30 до 50 %.

Таблица 20. Виды севооборотов и оптимальное соотношение культур в них для разных групп земель, подверженных процессам водной эрозии

Группы земель	Виды севооборотов	Соотношение культур, %					H_z^*
		пропашные	яровые зерновые	озимые зерновые	однолетние травы	многолетние травы	
1	2	3	4	5	6	7	8
I	Зернопропашные, плодосменные	42,8	28,6	28,6	–	–	0,52
		33,4	33,4	16,6	16,6	–	0,54
		28,6	42,8	28,6	–	–	0,58
		22,2	33,5	11,1	–	22,2	0,58
		33,4	33,4	16,6	–	16,6	0,59
II	Плодосменные	28,7	14,2	28,7	14,2	14,2	0,63
		14,2	28,7	28,7	14,2	14,2	0,70
		25,0	25,0	25,0	–	25,0	0,71
		14,2	28,7	14,2	14,2	28,7	0,72
		12,5	25,0	37,5	–	25,0	0,77
III	Зернотравяные	–	28,6	28,6	14,2	28,6	0,82
		–	28,6	42,8	–	28,6	0,85
		–	30,0	30,0	–	40,0	0,86
		–	20,0	40,0	–	40,0	0,88
		–	25,0	25,0	–	50,0	0,88

1	2	3	4	5	6	7	8
IV	Травяно-зерновые	–	14,3	28,6	14,3	42,8	0,86
		–	14,2	14,2	14,2	57,4	0,88
		–	–	14,2	14,2	71,6	0,92
		–	–	33,0	–	67,0	0,95
		–	–	20,0	–	80,0	0,96

* H_z – нормативная оценка противозерозионной роли севооборотов.

На землях четвертой агротехнологической группы рекомендуется вводить травяно-зерновые севообороты ($H_z = 0,85–0,95$). Доля многолетних трав здесь должна составлять от 50 до 80 %.

Типы севооборотов и соотношение культур для агротехнологических групп земель, подверженных процессам ветровой эрозии, приведены в табл. 21.

На землях первой группы, отличающихся самой низкой дефляционной опасностью, размещаются зернопропашные и зернотравяно-пропашные севообороты с нормативной оценкой противозерозионной роли – 0,6–0,7. Удельный вес культур с низкой почвозащитной способностью (пропашных) может составлять в этих севооборотах до 25 %, зерновых культур – 45–60, а многолетних трав – 12,5–30 %.

Таблица 21. **Виды севооборотов и оптимальное соотношение культур в них для разных групп земель, подверженных процессам дефляции**

Группы земель	Виды севооборота	Соотношение культур, %					H_z^*
		пропашные	яровые зерновые	озимые зерновые	однолетние травы	многолетние травы	
I	Зернопропашные, плодосменные	25,0	25,0	25,0	25,0	–	0,60
		20,0	40,0	20,0	20,0	–	0,61
		25,0	25,0	25,0	12,5	12,5	0,63
		14,3	28,6	14,3	14,3	28,6	0,70
II	Плодосменные, зернотравяные	12,5	37,0	12,5	–	37,5	0,74
		–	25,0	12,5	25,0	37,5	0,74
		–	25,0	25,0	37,5	12,5	0,75
III	Плодосменные, зернотравяные, травяно-зерновые	6,2	12,5	25,0	6,3	50,0	0,82
		12,5	12,5	12,5	–	62,5	0,82
		–	12,5	25,0	12,5	50,0	0,85
IV	Травяно-зерновые	–	12,5	25,0	–	62,5	0,88
		–	12,5	12,5	12,5	62,5	0,88
		–	10,0	20,0	–	70,0	0,89
V	Травяно-зерновые	–	10,0	10,0	10,0	70,0	0,90
		–	12,5	12,5	–	75,0	0,92
		–	–	30,0	–	70,0	0,94
		–	–	16,7	–	83,3	0,96
		–	–	25,0	–	75,0	0,96

* H_z – нормативная оценка противозерозионной роли севооборотов.

Вторая группа земель характеризуется средней и сильной дефляционной опасностью и используется в плодосменных и зернотравяных севооборотах ($H_z - 0,74-0,82$). Удельный вес пропашных культур в структуре посевов не должен превышать 10–15 %.

Земли третьей и четвертой агротехнологических групп, дефляционная опасность которых изменяется от 8 до 13 т/га, еще более ограничены в использовании. На них размещаются главным образом зернотравяные и травяно-зерновые севообороты с нормативной оценкой противозерозионной роли – 0,82–0,9. Возделывание пропашных культур на этих землях не рекомендуется. В структуре посевных площадей удельный вес многолетних трав составляет 50–70 %, озимых зерновых – 12,5–25, яровых зерновых и однолетних трав – по 10–12,5 %. В отдельных случаях, при отсутствии на территории землепользования менее дефляционно опасных земель и для хозяйственных целей (например, посадка картофеля на нужды хозяйства), на землях третьей группы могут возделываться пропашные культуры с удельным весом их не более 10 %.

На землях пятой группы, отличающейся самой высокой дефляционной опасностью, вводятся только травяно-зерновые севообороты ($H_z - 0,92-0,96$). Многолетние травы в структуре посевов должны составлять не менее 70 %.

Почвозащитная роль севооборотов может быть значительно повышена введением промежуточных культур.

Структура посевов в пределах землепользователей устанавливается исходя из наличия площадей разных агротехнологических групп земель и удельного веса культур, рекомендуемых для каждой группы.

Такой подход в формировании севооборотов и структуры посевов на эрозионно опасных землях позволяет до минимума снизить интенсивность почвенно-эрозионных процессов и обеспечить достаточно высокую их продуктивность.

5. СИСТЕМА СЕВООБОРОТОВ

5.1. Организация системы севооборотов в хозяйстве

Система севооборотов – это совокупность принятых в хозяйстве различных типов и видов севооборотов. Система севооборотов должна отвечать задачам специализации данного хозяйства по производству основных видов сельскохозяйственной продукции, реализации оптимальной и перспективной структуры посевных площадей. Она должна учитывать конкретные почвенно-гидрологические условия, особенности рельефа и размещение основных массивов пашни, хозяйственных центров на данной территории.

При проектировании системы севооборотов предусматривается реализация следующих принципов: дифференциации их по группам земель и признакам пространственной организации; оптимизации числа севооборотов, занимаемой ими площади, количества и размера полей; технологичности; трансформативности; взаимосвязи с уровнем интенсификации хозяйства; экономичности и соответствия требованиям специализации (семеноводства, овощеводства, кормопроизводства и др.); адаптивности; плодосменности; периодичности и др.

Принцип дифференциации севооборотов по группам земель и признакам пространственной организации. Означает соответствие системы севооборотов агроэкологической группировке земель в данном хозяйстве. На земельных участках каждой группы пахотных земель в зависимости от степени их пригодности для возделывания сельскохозяйственных культур и общей площади размещают один или несколько севооборотов с набором культур, требованиям которых отвечают агроэкологические характеристики данной группы земель.

Принцип оптимизации системы севооборотов. Предполагает ее оптимизацию по количеству севооборотов, занимаемой ими площади, числу и размеру полей. Процесс оптимизации зависит от многих факторов, в первую очередь от структуры землепользования и специализации хозяйства, структуры посевных площадей, форм организации труда, уровня обеспеченности хозяйства техникой и другими средствами производства.

Введение нескольких севооборотов в хозяйстве, составляющих систему севооборотов, вызвано следующими причинами: специализацией хозяйства; различием почв по плодородию и гранулометрическому составу; разорванностью и растянутостью земель; наличием на территории хозяйства естественных преград; особенностями размещения

населенных пунктов и животноводческих комплексов; количеством производственных участков в хозяйстве.

Поля севооборотов должны иметь оптимальную площадь и конфигурацию, прежде всего, для высокопроизводительного использования сельскохозяйственной техники. Для этого наиболее благоприятна прямоугольная форма поля с длинной стороны от 400 до 1500 м. При уменьшении длины полей потери рабочего времени и средств на развороты и холостые проходы тракторных агрегатов существенно возрастают.

На склоновых землях с уклоном более 3°, имеющих, как правило, пестрый почвенный покров и сложную экспозицию, прямоугольная конфигурация полей неприемлема. Здесь необходимо располагать поля таким образом, чтобы их продольные границы размещались по контуру, т. е. по горизонталям рельефа или с небольшими отклонениями от них.

Принцип технологичности. Подразумевает создание благоприятных условий для реализации технологии возделывания сельскохозяйственных культур. Технологичность каждого севооборота проявляется, прежде всего, в возможности ежегодного проведения обработки почвы, посева, ухода за посевами, уборки урожая и других полевых работ с высоким качеством и в оптимальные сроки. Технологичность севооборотов проявляется и в возможности использования биологических приемов защиты растений от вредителей, болезней и сорняков.

Принцип трансформативности. Означает наличие в системе севооборотов возможностей периодической трансформации некоторых пахотных земель в другие сельскохозяйственные земли без изменения порядка чередования культур в севооборотах. Это может быть реализовано при перезалужении пастбищ, когда на прилегающих к ним землях размещают севооборот с посевами многолетних трав, которые предполагают использовать как пастбище, а на прежнем пастбище проводят работы по его перезалужению. По такой же схеме действуют при освоении мелиорированных или рекультивируемых земель, вводя их в севооборот взамен одного из полей, которое по тем или иным причинам выводится из севооборота.

Принцип взаимосвязи системы севооборотов с уровнем интенсификации, экономичности и соответствия требованиям специализации хозяйства. В высокоинтенсивных хозяйствах применяют интенсивные пропашные севообороты. Это наиболее интенсивный вид севооборотов, обеспечивающий высокий выход растениеводческой продукции с

1 га севооборотной площади, сопровождающийся высоким выносом питательных веществ, влаги из почвы. Поэтому такие севообороты эффективны лишь в хозяйствах высокоразвитых, способных обеспечить ежегодное внесение органических и минеральных удобрений, пестицидов и расположенных в условиях достаточного увлажнения.

Принцип адаптивности. Предусматривает соответствие культур, возделываемых в севообороте, местным почвенно-климатическим условиям и перспективной структуре посевных площадей конкретного хозяйства.

Принцип плодосменности. В его основе лежит закон плодосмена, предполагающий ежегодную смену на полях культур из разных хозяйственно-биологических групп, существенно различающихся по биологии и технологии возделывания.

Современное сельское хозяйство развивается в направлении специализации, что вызывает необходимость вводить специализированные севообороты с насыщением их ведущими культурами, на производстве которых специализируется хозяйство. Удельный вес многолетних и однолетних бобовых трав и пропашных культур как предшественников зерновых уменьшается, поскольку часть площадей их выводится из полевых севооборотов и включается в кормовые. В связи с этим в специализированных зерновых севооборотах неизбежны посевы зерновых по зерновым, что приводит к повышению численности сорных растений, возбудителей болезней и вредителей, а в результате к снижению урожайности зерновых культур. Принцип выбора предшественников в насыщенных зерновых севооборотах представлен в табл. 22.

Принцип периодичности. Предусматривает необходимость соблюдения времени возврата одной и той же культуры на прежнее место возделывания. Для большинства культур этот период не превышает 2–3 лет, но у некоторых он достигает 5–7 лет. Основными причинами перерыва в возделывании одной и той же культуры на прежнем поле являются биологические – поражение растений болезнями, повреждение вредителями, повышение засоренности полей, почвоутомление.

Принцип биологической и хозяйственно-экономической целесообразности. Определяет возможность использования в севообороте озимых и яровых форм зерновых культур, чистого или занятого пара, беспокровного или покровного посева многолетних трав, выводных полей и т. д.

Таблица 22. Принцип выбора предшественников в насыщенных зерновых севооборотах

Последующие культуры	Предшественники						
	Озимый ячмень	Озимая рожь	Озимая пшеница	Овес	Яровой ячмень	Яровая пшеница	Кукуруза
Озимый ячмень	0	++	++	++	0	++	0
Озимая рожь	++	++	++	++	++	++	+
Озимая пшеница	0	+п	0	++	+п	0	+
Овес	п	п	п	0	0	0	++
Яровой ячмень	0	п	п	+п	+п	++	++
Яровая пшеница	+п	+п	0	0	0	0	++
Кукуруза	п	+п	п	+п	п	п	++

Примечание. 0 «-» чередование неприемлемое; «++» – чередование благоприятное; «+» – чередование возможное; п – промежуточные культуры на зеленое удобрение или корм.

Принцип совместимости и самосовместимости. Заключается в возможности использования для основных культур предшественников одной и той же хозяйственно-биологической группы или повторных их посевов.

Принцип специализации. Означает возможность предельного научно обоснованного насыщения севооборота культурами из одной хозяйственно-биологической группы.

Принципы проектирования системы севооборотов тесно связаны между собой и направлены на построение рациональных севооборотов в условиях конкретного хозяйства.

Необходимость введения в хозяйстве не одного, а нескольких видов и даже типов севооборотов определяется несколькими причинами.

1. Внутрихозяйственная специализация, когда отдельные производственные подразделения могут производить различные виды продукции в силу внутрихозяйственного разделения труда и природных факторов.

2. Различие почвенно-экологических условий на территории хозяйства (разные типы почв, их плодородие, подверженность эрозии, рельеф, влагообеспеченность).

3. Организация территории хозяйства (наличие дорог, удаленность животноводческих помещений, мест хранения сельскохозяйственной продукции, пересеченность лесными массивами, реками, магистральными автодорогами и железнодорожными путями).

Проектирование системы севооборотов можно осуществлять в следующей последовательности. Определить посевные площади всех культур по хозяйству с разделением их на группы (зерновые и зернобобовые – озимые, яровые; технические – лен, сахарная свекла и т. д.). Выяснить, какие почвенные различия имеются на территории хозяйства, в особенности те, которые входят в пашню. Затем с учетом их пригодности для выращивания сельскохозяйственных культур определяют, какие из них целесообразно размещать на конкретных почвенных различиях.

На территории Республики Беларусь чаще всего выделяют такие группы почв для организации на них отдельных севооборотов:

- 1) дерново-подзолистые суглинистые и супесчаные, подстилаемые мореной с глубины менее 1 м;
- 2) дерново-подзолистые тяжелосуглинистые, глинистые, глеевые осушенные;
- 3) дерново-подзолистые тяжелосуглинистые, глинистые, глеевые неосушенные;
- 4) дерново-подзолистые песчаные, супесчаные на песках;
- 5) торфяно-болотные мощные, осушенные (табл. 23).

Таблица 23. Пригодность почв для возделывания сельскохозяйственных культур

Культуры	Почва				
	дерново-подзолистая суглинистая и супесчаная, подстилаемая мореной менее 1 м	дерново-подзолистая тяжелосуглинистая, глинистая, глеевая		дерново-подзолистая песчаная, супесчаная на песках	торфяно-болотная мощная, осушенная
		осушенная	неосушенная		
1	2	3	4	5	6
Озимая рожь	++	++	+	++	++
Озимая пшеница	++	+	-	-	-
Озимое тритикале	++	+	+	+	+
Яровая пшеница	++	+	+	+	++
Ячмень	++	+	+	+	++
Яровое тритикале	++	+	+	+	+
Овес	++	++	++	++	++
Гречиха	++	-	-	++	-
Картофель	++	+	+	+	++
Корнеплоды	++	+	+	-	++
Кукуруза	++	+	+	-	+
Горох на зерно	++	+	+	+	-
Вика на зерно	++	+	+	+	-
Люпин на зерно	++	++	+	++	-

1	2	3	4	5	6
Лен	++	+	-	-	-
Рапс	++	+	+	+	-
Однолетние травы	++	++	++	++	++
Многолетние БЗС	++	++	+	-	++

Примечание. «++» – почва наиболее пригодная; «+» – ограниченно пригодная; «-» – непригодная.

Кроме этого, важное значение имеют технологические свойства почвы и удаленность. Степень пригодности по этим показателям представлена в табл. 24.

Таблица 24. Шкала сравнительной оценки пригодности земель для возделывания сельскохозяйственных культур по технологическим свойствам и удаленности от хозяйственных центров

Показатели	Группы культур				
	Зерновые	Картофель	Корнеплоды	Силосные	Травы
Каменистость, м ³ /га:					
5–10	2	1	1	2	2
11–25	1	0	0	1	1
25	1	0	0	1	1
Углы склона:					
до 3°	3	2	2	3	3
3–5°	2	1	1	1	2
5°	1	0	0	1	1
Преобладание тяжелосу-глинистых и глинистых почв	1	0	0	2	2
Преобладание избыточно увлажненных земель	1	0	0	2	2
Удаленность от хозцентров и населенных пунктов, км:					
до 1	3	3	3	-	3
1–3	3	2	1	-	3
3–5	2	1	0	-	2
более 5	1	0	0	-	1

Примечание. 0 – непригодные; 1 – малоприспособленные; 2 – пригодные; 3 – наиболее пригодные.

5.2. Внедрение севооборотов

Внедрение севооборотов в хозяйстве состоит из двух этапов: введения и освоения. Это исключительно важные агротехнические и организационно-хозяйственные мероприятия в хозяйствах. Осуществля-

ются они последовательно, т. е. вначале проводятся работы по введению севооборотов, а затем по их освоению.

Введение севооборотов – это разработка, утверждение и перенесение проекта севооборота в природу на территории хозяйства. Период введения севооборотов продолжается несколько месяцев и включает в себя выполнение следующих операций:

1. Обследуются в природе (на местности) все земельные участки хозяйства и оформляются их границы, учитываются почвенные различия (для этих целей используются почвенные карты хозяйства, а также картограммы), рельеф, наличие сенокосов и пастбищ и дается их характеристика.

2. Устанавливается объем производства зерна, технических культур, овощей, кормовых и других культур, их урожайность, посевные площади (структура посевных площадей) и выход продукции на 100 га сельскохозяйственных угодий.

3. Выявляется потребность в кормах (в том числе и для животных, находящихся в личном пользовании) и источники покрытия этой потребности за счет кормовых культур, сеяных трав и естественных кормовых угодий.

4. Проводится учет трудовых ресурсов, материально-технического обеспечения, наличия и возможности освоения земель сельскохозяйственного назначения.

5. Устанавливается число и виды севооборотов, площадь каждого севооборота, состав высеваемых культур и размещение полей севооборотов на территории хозяйства.

6. Разрабатываются агромероприятия по каждому севообороту и по каждой культуре, которые должны обеспечить получение запланированных урожаев.

7. Осуществляется перенесение севооборотов в природу (нарезка полей).

При нарезке полей необходимо стремиться к тому, чтобы форма их была правильной. Это обеспечит повышение эффективности использования техники. Разница в площади полей не должна превышать 5–7 %. Поля севооборотов не должны пересекаться дорогами, реками, оврагами, лесом и т. д. Их следует нарезать так, чтобы они имели выход к дороге. Желательно совпадение границ полей с естественными границами (поле, луг, река и др.). На склоновых землях для предотвращения водной эрозии поля длинной стороной размещают поперек склонов или под некоторым углом к ним.

Всеми этими мероприятиями заканчивается период введения севооборотов. Второй период (освоение севооборотов) может продолжаться 4–5 лет и более в сенокосно-пастбищных севооборотах с многолетними травами (3–5 лет пользования), без многолетних трав переход к севообороту можно осуществлять за 2 года.

Освоением севооборотов считают переход от бывшего размещения культур по полям к новому их чередованию, которое отвечает принятому и утвержденному севообороту.

Севооборот считается освоенным, когда размещение культур по полям соответствует разработанной схеме, соблюдаются границы полей, установлено чередование культур, а урожайность и валовые сборы продукции растениеводства на основе реализации агротехнических мероприятий достигли уровня, запланированного на год освоения севооборота.

Освоение севооборотов осуществляется по разработанному переходному плану. Переходный план представляет собой таблицу, в которой записываются: номер полей и площадь, фактическое размещение культур в предыдущем году, в текущем году и размещение культур в годы переходного периода (культуры и площади).

При составлении плана освоения севооборота рекомендуется придерживаться следующего порядка:

1. Составить план последовательно по годам, начиная с первого года до полного освоения.

2. Наметить план освоения новых земель, включенных в пашню (из-под сенокосов, кустарников, залежей и др.).

3. Записать в соответствующие графы таблицы культуры посева прошлых лет под урожай текущего года (многолетние травы и другие многолетние культуры).

4. Разместить яровые культуры в порядке их наибольшей ценности для хозяйства и требовательности к плодородию почвы – лен, сахарную свеклу, яровые зерновые, пропашные, бобовые и т. д.

5. Подобрать целые поля для подсева многолетних трав под покров зерновых культур.

6. Определить поля для чистых или занятых паров, если они предусмотрены схемой севооборота или временно допущены в переходный период на сильно засоренных полях.

7. Необходимо с первого же года освоения севооборота стремиться к ликвидации пестроты полей, к размещению культур в целом поле

или занимать поле двумя видами культур, как предусмотрено севооборотом.

Закончив планирование на первый год, площади посева каждой культуры по всем севооборотам сравнивают с запланированными площадями на данный год. Если обнаружится расхождение, в план перехода вносят нужные изменения. Например, вместо недостающих озимых размещаются яровые зерновые. Если окажется недостаточно многолетних трав, то взамен их высеваются другие кормовые культуры (однолетние травы, силосные, зерновые фуражные). Такого же порядка придерживаются и при составлении плана освоения на последующие годы перехода.

Период, в течение которого культуры проходят через все поля севооборота, называют ротацией. За переходным периодом начинается ротационный, длительность его зависит от числа полей в севообороте. Период ротации девятипольного севооборота длится девять лет, шестипольного – шесть.

Для контроля за правильностью чередования на весь период ротации составляется ротационная таблица, в которой указываются поля и годы, в которых будут размещаться культуры севооборота. Первым годом ротации севооборота является год освоения севооборота.

Ротационная таблица дает возможность строго следить за соблюдением правильного чередования сельскохозяйственных культур в принятом севообороте. Для составления ротационной таблицы необходимо указать культуры по полям так, как они разместились на год освоения севооборота. Размещение культур по годам в каждом поле должно быть сделано в такой последовательности, которая предусмотрена схемой севооборота.

5.3. Агроэкономическая оценка севооборотов

Одно из основных требований, которое предъявляется к вводимым в хозяйстве севооборотам, заключается в том, что они должны обеспечивать неуклонное повышение урожайности сельскохозяйственных культур, высокий выход кормовых единиц и переваримого протеина с 1 га (для достижения необходимого уровня содержания переваримого протеина в расчете на 1 к. ед., которое должно составлять не менее 100–110 г).

Следует отметить, что сравнительная оценка севооборотов должна проводиться в одинаковых почвенных условиях, с одинаковым числом полей и площадью, а также направленностью севооборотов (кормовой, полевой, специальный).

Чтобы дать сравнительную оценку севооборотам по их продуктивности, необходимо установить выход продукции на единицу земельной площади по всем полям севооборотов: зерна по зерновым культурам, технических культур, картофеля, зеленых, сочных и грубых кормов, кормовых единиц (энергетических кормовых единиц), переваримого (сырого) протеина, а также протеина на 1 корм. ед. Кормовые единицы и протеин подсчитываются по валовому сбору основной и побочной продукции (табл. 25).

Продовольственные (яровая и озимая пшеница, гречиха) и технические (сахарная свекла, рапс, семена льна) культуры используются на корм скоту в исключительных случаях (сильная засоренность и поврежденность зерна, лекарственные цели и т. д.). Однако и эти культуры обладают своим кормовым достоинством, и для сравнительной оценки продуктивности севооборота возможен перевод их продукции (основной и побочной) в кормовые единицы и переваримый (сырой) протеин.

Таблица 25. Соотношение основной продукции и побочной

Сельскохозяйственные культуры	Основная и побочная продукция	Соотношение основной продукции и побочной
Озимые рожь и тритикале	Зерно, солома	1:1,5
Озимая пшеница	Зерно, солома	1:1,5
Яровые пшеница и тритикале	Зерно, солома	1:1
Ячмень, овес, гречиха	Зерно, солома	1:1
Горох, люпин, вика	Зерно, солома	1:1
Кукуруза	Зерно, солома	1:2
Картофель ранний	Клубни, ботва	1:0,3
Сахарная и кормовая свекла	Корнеплоды, ботва	1:0,5
Лен	Семя, соломка	1:7
Рапс, редька, горчица	Семя, солома	1:3
Просо	Семя, солома	1:1,2

Затем валовой сбор основной и побочной продукции культур севооборота переводится в кормовые (энергетические кормовые) единицы. Получить этот показатель можно путем умножения валового сбора основной и побочной продукции (в отдельности) на содержание в каждом виде продукции кормовых единиц (табл. 26).

Таблица 26. Средняя продуктивность кормов

Виды корма	Кормовых единиц на 1 ц корма, ц	Энергетических кормовых единиц, на 1 ц корма, ц	Переваримого протеина на 1 ц корма, кг	Сырого протеина на 1 ц корма, кг
1	2	3	4	5
Зерно				
Бобы кормовые	0,92	0,82	20,0	26,7
Вика	1,16	1,15	19,0	27,4
Горох	1,17	1,13	15,9	21,5
Гречиха	0,94	0,94	6,8	14,0
Кукуруза	1,21	1,18	6,1	9,7
Люпин	1,03	1,09	25,4	37,8
Овес	1,00	0,96	7,8	10,1
Пелюшка	1,12	1,23	16,4	24,0
Просо	0,99	0,9	7,0	9,6
Пшеница	1,18	1,13	7,8	11,1
Рапс, редька, горчица	1,70	1,12	17,0	21,0
Рожь	1,17	1,14	7,5	10,3
Семя льняное	1,66	1,86	15,6	20,7
Соя	1,52	1,45	24,7	32,9
Тритикале	1,25	1,13	7,3	10,6
Ячмень	1,24	1,14	6,9	10,1
Корнеклубнеплоды				
Брюква	0,11	0,12	0,9	1,3
Картофель	0,33	0,28	1,6	2,0
Морковь	0,14	0,12	0,6	0,9
Свекла кормовая	0,11	0,14	1,1	1,7
Свекла полусахарная	0,17	0,22	1,0	1,5
Свекла сахарная	0,24	0,28	0,9	1,5
Свекла столовая	0,15	0,13	1,2	1,4
Турнепс	0,09	0,12	0,9	1,3
Зеленая масса				
Вика	0,16	0,15	3,1	4,3
Вико-овсяная смесь	0,16	0,16	1,8	2,6
Горох	0,14	0,13	2,4	3,5
Горохо-овсяная смесь	0,18	0,19	1,9	2,4
Горчица белая	0,17	0,17	2,2	3,0
Донник	0,15	0,18	2,7	4,0
Ежа сборная	0,16	0,14	2,2	3,5
Злаковые травы	0,20	0,16	2,2	3,5
Капуста кормовая	0,10	0,09	1,5	2,0
Клевер	0,21	0,19	2,5	4,2
Клевер с тимфеевкой	0,20	0,18	2,4	3,7

Продолжение табл. 26

1	2	3	4	5
Кострец безостый	0,15	0,14	2,3	3,7
Кукуруза	0,20	0,14	1,2	2,5
Люпин	0,15	0,13	2,5	3,5
Люпино-овсяная смесь	0,13	0,19	1,8	3,0
Люцерна	0,20	0,18	3,9	5,6
Лядвенец	0,14	0,12	3,1	4,6
Овсяница луговая	0,16	0,14	1,3	2,2
Озимая рожь	0,18	0,21	2,0	3,0
Озимая сурепица	0,15	0,09	1,6	2,1
Пелюшка	0,20	0,18	1,9	2,9
Пелюшко-овсяная смесь	0,21	0,18	2,2	3,0
Подсолнечник	0,09	0,17	0,7	1,5
Рапс озимый	0,09	0,13	2,2	3,2
Рапс яровой	0,09	0,13	2,2	3,1
Редька масличная	0,13	0,17	2,9	4,0
Серделла	0,12	0,15	2,0	3,2
Тимофеевка	0,16	0,14	2,1	3,5
Ботва				
Брюквы	0,10	0,10	1,5	2,0
Картофеля раннего	0,10	0,09	1,3	1,9
Кормовой свеклы	0,09	0,09	1,2	1,8
Моркови	0,13	0,10	1,4	2,0
Полусахарной свеклы	0,09	0,09	1,3	2,0
Сахарной свеклы	0,09	0,10	1,6	2,3
Столовой свеклы	0,08	0,07	1,4	1,9
Турнепса	0,10	0,10	1,2	1,8
Сено				
Ежи сборной	0,40	0,34	7,1	11,6
Естественных сенокосов	0,40	0,42	6,1	9,8
Злаковое	0,44	0,40	4,2	6,9
Злаково-бобовое	0,46	34,0	6,1	9,8
Клеверное	0,50	0,45	8,4	13,6
Клеверо-тимофеечное	0,43	0,50	6,1	9,4
Люцерновое	0,47	0,42	9,2	15,1
Овсяницы луговой	0,47	0,35	5,2	8,3
Райграсовое	0,43	0,34	5,9	9,3
Тимофеевки луговой	0,42	0,33	5,7	9,3
Солома				
Виковая	0,25	0,53	3,6	5,2
Гороховая	0,26	0,47	3,5	5,0
Гречишная	0,28	0,31	2,3	4,8
Крестоцветных	0,10	0,11	1,0	2,5
Люпиновая	0,32	0,35	2,3	3,4
Овсяная	0,28	0,52	1,4	2,6

1	2	3	4	5
Озимой пшеницы	0,21	0,47	0,7	1,8
Озимого тритикале	0,19	0,47	0,7	1,9
Просяная	0,18	0,56	2,6	3,5
Ржаная	0,22	0,47	0,6	1,9
Яровой пшеницы	0,22	0,49	0,8	1,8
Ярового тритикале	0,21	0,49	0,6	1,5
Ячменная	0,34	0,55	2,0	4,1

Для оценки качества продукции определяют сбор переваримого или сырого протеина по тем же культурам в отдельности и суммарный по севообороту в целом.

Чтобы определить содержание протеина в одной кормовой единице, полученное количество протеина (в граммах) делят на кормовые единицы (в килограммах).

Оценка продуктивности севооборота ведется по следующей форме (табл. 27).

Таблица 27. Оценка продуктивности севооборота

Культуры и их продукция	Площадь, га	Урожайность, ц/га	Валовой урожай, ц	Получено	
				кормовых единиц, ц	протеина, кг
Озимая рожь: зерно солома					
И т. д.					

После заполнения таблицы проводится оценка севооборота.

Приходится на 1 га площади севооборота:

- зерна, ц;
- технических, ц;
- картофеля, ц;
- зеленых, сочных кормов, ц;
- грубых кормов (сено, солома), ц;
- кормовых единиц (энергетических кормовых единиц), ц;
- переваримого протеина (сырого протеина), кг;
- переваримого (сырого) протеина на 1 корм. ед., г.

Кроме оценки севооборотов по выходу кормовых единиц в практике применяется оценка севооборотов по выходу зерновых единиц. Коэффициенты перевода в зерновые единицы: зерно – 1,0; сено клевера – 0,5; льноволокно – 3,85; льносемена – 1,65; картофель – 0,25 и т. д.

5.4. Документация по ведению севооборотов

Чтобы правильно вести чередование культур и контролировать влияние севооборота на повышение урожайности и плодородия почвы, необходимо документировать выполнение работы. Для того чтобы облегчить работу по освоению севооборотов, в каждом хозяйстве вводятся агропаспорта и книга истории полей. Записи в них проводятся агрономом.

Агротехнический паспорт составляется ежегодно и регулярно на каждое поле севооборота. В первой части агропаспорта указываются площадь поля, крутизна склонов, наличие участков (контуров), подверженность эрозии, заболачиванию, краткая характеристика почв, предшественники и их обработка, сколько и каких удобрений внесено, засоренность посевов и какие виды злостных сорняков встречаются на данном поле, полученный урожай и другие особенности поля.

В агропаспорт вносятся культуры, намечаемые к посеву (по плану), сорта, план агротехнических мероприятий по возделыванию культуры, запланированный урожай и другие данные.

Во второй части агропаспорта записываются проводимые мероприятия с указанием сроков выполнения, качества работ и фамилии исполнителей. В конце года все данные агропаспорта заносятся в книгу истории полей севооборота. Основу книги истории полей составляют четыре таблицы. В форме 1 (табл. 28) записывается чередование культур в принятых севооборотах, общая площадь и средний размер поля в гектарах. Каждому севообороту устанавливается номер, который сохраняется за ним в дальнейших записях.

Таблица 28. **Форма 1. Чередование культур в севооборотах хозяйства**

Порядковый номер чередования культур	Севооборот №__ на площади __ га, средний размер поля __ га	Севооборот №__ на площади __ га, средний размер поля __ га	Севооборот №__ на площади __ га, средний размер поля __ га
1			
И т. д.			

Всего земли в севооборотах _____ га.

Площадь, оставленная под посеvy вне севооборота _____ га.

Итого пашни в севообороте _____ га.

В форме 2 (табл. 29) записывается фактическое размещение посевов в полях севооборота в течение 5 лет. Таблица заполняется на каж-

дый севооборот, и число их должно быть равным количеству севооборотов в хозяйстве.

Таблица 29. **Форма 2. Фактическое размещение посевов в полях _____ севооборота № ____ на площади _____ га**

Номер и площадь поля, га	20__ г.		20__ г.	
	Культура	Площадь, га	Культура	Площадь, га
1				
И т. д.				

В форме 3 (табл. 30) указывается фактическое размещение посевов (в целом) по хозяйству на каждый год в течение 5 лет.

Таблица 30. **Форма 3. Фактическое размещение посевов по хозяйству в целом, га**

Культуры	20__ г.					20__ г.				
	В севооборотах			Вне севооборота	Итого	В севооборотах			Вне севооборота	Итого
	всего	в т. ч.				всего	в т. ч.			
		полевых	кормовых	полевых	кормовых					
Зерновые										
В т. ч.										
озимые										
Из них:										
озимая пшеница										
И т. д. по культурам										

В форме 4 (табл. 31) записывается агротехника на полях севооборота (предшественник, обработка почвы, уход за посевами, внесение удобрений, уборка и т. п.).

Указывается урожайность сельскохозяйственных культур (в ц/га). Заполняется столько таблиц, сколько полей во всех севооборотах. Таблица рассчитана на пять лет.

В хозяйстве книга истории полей севооборотов хранится вместе с другими земельно-учетными документами.

В настоящее время ученые лаборатории мониторинга и моделирования природных систем Института мелиорации разработали компьютерную версию книги истории полей севооборота для хранения агроэкономико-экологической информации.

Таблица 31. **Форма 4. Агротехника на полях ____ -польного севооборота № __ и полученные урожаи**

Поле № _____ Площадь _____ га	Агротехнические мероприятия, проведенные в поле	
	20 г.	20 г.
Поле занято: культура (сорт), пар, целина и т. д., площадь		
Предпосевная обработка и обработка чистых и занятых паров, культивация, перепашка и др., площадь, сроки		
Посев: способ, норма высева, площадь, сроки		
Уход за посевами: боронование, междурядные обработки, про-рывка и др. (площадь, сроки), поливы (число, сроки, способ), меры борьбы с сорняками, вредителями и болезнями растений (способ, норма, сроки) и т. д., площадь		
Внесение удобрений, подкормка: виды удобрений, известкование, нормы, сроки, способ внесения, удобренная площадь		
Уборка: сроки, способ (какими машинами), площадь		
Лущение стерни, вспашка зяби, паров, вспахано (всего). В т. ч. предплужником, без отвалов, площадь, сроки, глубина		
Урожайность, ц/га		

В основу книги положена электронная карта полей, формируемая для конкретного хозяйства, и электронная таблица, в которую занесены различные атрибутивные показатели каждого конкретного поля (например, высеваемая культура, сорт, срок сева, микроудобрения, средства защиты, дата уборки, величина урожая и др.). Кроме того, компьютерная версия дополняется информацией по состоянию почвы, рельефу, расположению мелиоративной сети, водному режиму. Это позволяет осуществлять автоматизированное зонирование всех урожаяобразующих характеристик и получаемых урожаев по полям хозяйств с отображением на карте. Создана информационная база для оптимизации сельскохозяйственных технологий Республики Беларусь. Анализ данных по полям севооборота за предшествующие годы, систематизированных в электронном виде, станет необходимой составляющей частью агроному в выборе экономически обоснованных решений по организации севооборотов. Кроме того, книга даст возможность оценить эффективность мелиорации, использования удобрений и других составляющих урожая.

Как показывает общемировая практика, внедрение такого рода информационных систем дает качественно новый уровень эффективности хозяйствования за счет более рационального распределения средств.

6. БИОЛОГИЗАЦИЯ СЕВООБОРОТОВ

6.1. Севообороты с учетом биологизации земледелия

Сельское хозяйство в Беларуси, как и во всем мире, ориентировано на производство сельскохозяйственной продукции на основе интенсивного применения во всевозрастающих дозах минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Происходит накопление в почве остаточных количеств пестицидов, тяжелых металлов, ухудшаются водно-физические и биологические свойства почвы, усиливаются эрозионные процессы.

Возникла теория биологического земледелия, на базе которой появился целый ряд ответвлений: биолого-динамическое, органо-биологическое, или просто органическое, естественное, экологическое и др. Все эти разновидности объединены общим понятием «альтернативное сельское хозяйство». Его сущность заключается в полном или частичном отказе от применения синтетических легкорастворимых минеральных удобрений и пестицидов.

При биологическом земледелии основную роль играют севообороты с интенсивным насыщением их промежуточными культурами, особенно бобовыми или в смеси со злаковыми, рациональное использование растительных остатков, навоза, компостов, зеленого удобрения, применение механических обработок, защита растений биологическими методами.

Эколого-биоорганический севооборот отличается от обычного традиционного тем, что он является на протяжении всего вегетационного периода (апрель – ноябрь) «зеленым» с максимально большим агробио-разнообразием. 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 не заняты после уборки ранних культур более миллиона гектаров земли с вегетационным пе-

риодом 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 пожнивно-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 используется 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. 32).

Таблица 32. Примерная схема пятипольного эколого-биоорганического севооборота, рекомендуемого для сельскохозяйственных кооперативов и фермерских хозяйств

Номер поля	Культуры
0-е	Подготовительное поле, зерновые промежуточные культуры на корм и зеленое удобрение в пятипольном севообороте
1-е	Гречиха (осенью измельченная солома гречихи под картофель + 40 т/га ферментируемый навоз)
2-е	Ранний картофель + промежуточные культуры
3-е	Яровая пшеница (тритикале) + пожнивные культуры
4-е	Овес (ячмень) + клевер (мульча на удобрение)
5-е	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. 33).

Таблица 33. **Примерная схема шестипольного эколого-биоорганического севооборота**

Номер поля	Культуры
0-е	Подготовительное поле, зерновые + промежуточные культуры на корм и зеленое удобрение в шестипольном севообороте
1-е	Просо (гречиха) (осенью солома проса или гречихи под картофель + 40 т/га ферментированного навоза)
2-е	Ранний картофель + промежуточные культуры
3-е	Тритикале (яровая пшеница) + пожнивны культуры
4-е	Ячмень (овес) + подсевной клевер (донник) + мульча на удобрение
5-е	Клевер (донник) на корм (отава на зеленое удобрение)
6-е	Кукуруза + пожнивны 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. 34).

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

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

Таблица 34. **Примерная схема восьмипольного эколого-биоорганического севооборота**

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

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 др. в шести- и восьмипольных севооборотах.

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

Схемы эколого-биоорганических севооборотов составлены с таким расчетом, что за ротацию пятипольного (шести – 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 решаема, 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 = 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 комбайнами-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 + пожнивныe культуры на сидерат.
3. Яровая пшеница + озимая сурепица на сидерат.
4. Озимая сурепица на сидерат + гречиха (поздний посев).
5. Озимые зерновые с запашкой соломы + пожнивныe культуры на сидерат.
6. Просо или кукуруза.
7. Ячмень, овес.

Схема 2.

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

Схема 3.

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

Схема 4.

1. Пар занятый или сидеральный.
2. Озимая пшеница.
3. Озимая рожь + поживная 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 поживных растительных остатков. В опытах лаборатории севооборотов РУП «Научно-практический НАН Беларуси 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 + тимофеевка 2-го г. п., люцерна) – 50–60 ц/га, пропашные (картофель, корнеплоды) – 7–11 ц/га.

В опытах РУП «Научно-практический НАН Беларуси по земледелию» при 25 % многолетних трав в 8-польном севообороте в виде двухгодичного использования клеверо-тимофеечной 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 подстилочного 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 %.

Современные технологии земледелия в основном ориентированы на получение более высокой урожайности с единицы площади. Главный недостаток многих схем чередования культур в севооборотах со-

стоит в том, что после уборки ранозреваемых основных культур поля остаются незасеянными до следующей весны.

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 осуществляется 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 не засеянными поля после ранних зерновых и других культур в интенсивном земледелии недопустимо. Засеяв промежуточными культурами хотя бы половину этих площадей (50 % – на сидеральные цели и 50 % – на кормовые), хозяйство значительно улучшит плодородие почв, кормовую базу и, главное, обеспечит оздоровление окружающей среды.

Возделываемые между основными культурами в севооборотных полях сидераты (табл. 35):

- снижают засоренность посевов, поражение растений болезнями и вредителями (выступают как фитосанитары);
- в почву поступает 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.

Таблица 35. Примерные сроки сева промежуточных культур в эколого-биоорганических севооборотах с учетом уборки основных культур в Беларуси

Основные культуры	Дата уборки основной культуры	Дата посева промежуточной культуры	Время вегетации культуры, дн.	Промежуточные культуры
1	2	3	4	5
Озимая рожь	20.07–05.08	22.07–07.08	75–90	Люпин узколистный, пелюшка, крестоцветные, злаковые и бобово-злаковые смеси, фацелия

1	2	3	4	5
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 узколистный, 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 узколистный, фацелия, райграсс
Яровой ячмень	20.07–30.07	22.07–01.08	80–89	Люпин узколистный, 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 узколистный, 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

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 измельчение ее при уборке, чтобы после комбайновой уборки участок в течение двух дней был засеян пожнивной культурой. Вслед за уборкой солому заделывают в почву дискаторами 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 ускорения проведения предпосевной обработки почвы под пожнивными культурами целесообразно применять комбинированные агрегаты, которые за один проход выполняют следующие операции: рыхление почвы, выравнивание, прикатывание и сев.

Высокий эффект от пожневных 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 высевать промежуточные культуры без предварительного дискования или после обработки почвы дискаторами.

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

6.2. Ведение севооборотов в условиях радиоактивного загрязнения земель

В настоящее время дозы нагрузки на население преимущественно определяются содержанием цезия-137 и стронция-90 в продукции растениеводства. Главной задачей ведения сельскохозяйственного производства на загрязненной территории является получение продукции с содержанием радионуклидов в пределах республиканских допустимых уровней содержания радионуклидов цезия и стронция в пищевых продуктах (РДУ-99), взамен действовавших ранее РДУ-96. Зонирования сельскохозяйственных угодий только по плотности загрязнения почв радионуклидами уже недостаточно и для разработки защитных мер был принят принцип индивидуального учета основных свойств почв каждого поля.

По накоплению радиоцезия на единицу сухого вещества установлен следующий убывающий ряд: разнотравье естественных сенокосов и пастбищ, люпин, многолетние злаковые травы, клевер, зеленая масса рапса, гороха, солома овса, зеленая масса кукурузы, кормовая свекла, зеленая масса однолетних бобово-злаковых травосмесей, солома озимой ржи, зерно овса, картофель, солома ячменя, зерно озимой ржи,

зерно ячменя. По содержанию стронция-90 в сухом веществе растений соответственно: клевер, зеленая масса гороха, рапса, люпина, однолетних бобово-злаковых травосмесей, разнотравье суходольных сенокосов и пастбищ, многолетние злаковые травы, солома ячменя, зеленая масса озимой ржи, кормовая свекла, зеленая масса кукурузы, солома овса и озимой ржи, зерно ячменя, овса, озимой ржи, картофель.

Установленные закономерности поступления радионуклидов в продукцию различных культур являются теоретической основой для переспециализации растениеводства. Они были положены в основу мероприятий в первые годы после аварии (выведение из севооборотов культур с высокими коэффициентами перехода радионуклидов, изменение структуры посевных площадей и др.).

Учитывая требования РДУ-99, на окультуренных дерново-подзолистых суглинистых и супесчаных почвах, загрязненных только цезием-137 с плотностью 15–40 Ки/км², с ограничениями возможно возделывание на продовольственные цели озимой пшеницы, ржи, ячменя, картофеля и некоторых овощных культур (огурцы, кабачки, томаты) (табл. 36).

На окультуренных песчаных почвах возделывание таких же культур возможно лишь при плотности загрязнения почв менее 30 Ки/км². Имеются ограничения в возделывании столовых корнеплодов – свеклы и моркови, особенно на песчаных почвах.

Таблица 36. Ограниченная плотность загрязнения почв цезием-137 для получения растениеводческой продовольственной продукции согласно РДУ-99 на окультуренных дерново-подзолистых почвах

Культуры	Предельная плотность загрязнения почв цезием-137, Ки/км ²		
	Песчаные	Супесчаные	Суглинистые
Картофель ранний	27	40	40*
Морковь	21	37	40
Свекла столовая	17	19	34
Пшеница	–	40	40
Озимая рожь	27	35	40
Ячмень	34	40	40
Овес	9	12	14

*Возделывание сельскохозяйственных культур в соответствии с законодательством Республики Беларусь разрешено при плотности загрязнения почв цезием-137 не более 40 Ки/км².

Использование овса на продовольственные цели ограничено при плотности загрязнения свыше 9, 12 и 14 Ки/км² соответственно на пес-

чаных, супесчаных и суглинистых почвах. На слабокультуренных участках дерново-подзолистых почв диапазон плотности загрязнения цезием-137, при котором возможно получение нормативно «чистой» продукции, существенно уменьшается.

Известно, что в зоне с плотностью загрязнения цезием-137 15–40 Ки/км² почвы одновременно загрязнены и стронцием-90. В республике насчитывается около 100 тыс. га пахотных почв, загрязненных стронцием-90 плотностью 0,3–1,0 Ки/км². Имеются также участки пашни с плотностью загрязнения стронцием-90 1,1–3,0 Ки/км², где невозможно получение продовольственного зерна и картофеля.

На окультуренных пахотных почвах и улучшенных луговых угодьях мясное скотоводство можно вести с минимальными ограничениями на заключительной стадии откорма. Зеленые и грубые корма, получаемые на торфяно-болотных почвах, а также на естественных пастбищах и сенокосах, пригодны только для начальной стадии откорма животных. Ограничения плотности загрязнения почв радионуклидами для производства кормов приведены в табл. 37 и 38.

Таблица 37. Ограничения плотности загрязнения почв цезием-137 для производства кормов (мясо и молоко согласно РДУ-99) в зависимости от степени окультуренности почв, Ки/км²

Продукция, культуры	Дерново-подзолистые почвы			Торфяные почвы
	Суглинистые	Супесчаные	Песчаные	
Зерно овса	17–29	12–24	11–19	–
Солома овса	18–40	11–40	11–32	–
Солома ячменя	40	26–40	23–40	–
Сено клевера	25–40	25–40	25–40	–
Сено злаковых трав	20–40	15–40	15–40	4–11
Сено естественных трав	13–20	11–19	6–10	1–3
Зеленая масса кукурузы	40	28–37	20–26	–
Зеленый клевер	15–37	15–34	15–26	–
Зеленые многолетние злаки	12–37	9–26	9–25	2–6
Естественные пастбища	8–10	6–10	3–6	–
Заключительный откорм				
Зеленый клевер	25–40	25–40	22–38	–
Зеленые многолетние злаки	17–40	12–38	12–36	4–10
Естественные пастбища	11–17	5–9	5–9	1–3

Обеспеченность животноводства кормовым белком в большинстве районов составляет 80–85 % к потребности, что приводит к недобору продукции животноводства до 35 %, перерасходу кормов и увеличению себестоимости мяса и молока. Очевидна необходимость изменения структуры посевных площадей в сторону увеличения посевов высокобелковых культур. Возможность расширения посевов зернобобовых культур зависит от характера загрязнения почв радионуклидами.

Таблица 38. Ограничения плотности загрязнения почв стронцием-90 для целевого производства сельскохозяйственной продукции

Виды продукции, культуры	Плотность загрязнения стронцием-90 (не более) Ки/км ²		
	Дерново-подзолистые почвы		Торфяно-болотные почвы
	суглинистые и супесчаные	песчаные	
Продовольственные культуры			
Озимая рожь	0,31–40,00	0,26–30,00	–
Озимая пшеница	0,20–31,00	–	–
Овес	0,22–27,00	0,20–22,00	–
Ячмень	0,17–25,00	0,15–17,00	–
Горох	0,15	–	–
Картофель столовый	0,36–0,71	0,17–31,00	–
Кормовые культуры для производства цельного молока			
Зерно оз. ржи	2,84–3,00	2,37–2,73	–
Зерно оз. пшеницы	1,89–2,81	–	–
Зерно овса	2,00–2,43	1,80–2,00	–
Зерно ячменя	1,65–2,23	1,32–1,69	–
Зерно гороха	1,36	1,00	–
Зерно люпина	0,73	0,50	–
Кормовая свекла	1,49–1,79	1,11	–
Зеленая масса кукурузы	0,70–1,00	0,59–0,70	–
Солома овса	0,89–1,23	0,82–1,00	–
Солома ячменя	0,75–1,13	0,63–0,81	–
Сено злаковых трав	0,60–0,90	0,38–0,58	–
Сено клевера	0,22–0,40	0,17–0,22	–
Сено естественных сенокосов	0,38–0,48	0,32	0,30
Пастбища, злаковые травы	0,40–0,63	0,28–0,39	0,29–0,32
Пастбища естественные	0,25–0,32	0,21	–
Производство молока-сырца для переработки на сливочное масло			
Сено злаковых трав	3,00	2,00–3,00	2,10–3,00
Сено клевера	1,00–2,00	0,90–1,30	–
Пастбища. Злаковые травы	2,00–3,00	1,40–2,00	1,40–1,60
Пастбища естественные	1,20–1,60	1,00	1,00

На загрязненных землях посевы зернобобовых должны быть представлены преимущественно горохом, накапливающим сравнительно меньше радионуклидов и отличающимся высоким потенциалом продуктивности. При возделывании гороха на продовольственные цели имеются жесткие ограничения: горох нельзя размещать при плотности загрязнения цезием-137 выше 23 Ки/км^2 на легких, песчаных почвах и выше 28 Ки/км^2 – на связных почвах, а почвы, загрязненные стронцием-90 более $0,15 \text{ Ки/км}^2$, непригодны для производства продовольственного гороха. Размещение гороха на кормовые цели не ограничивается загрязнением почв цезием-137. При загрязнении песчаных почв стронцием-90 менее 1 Ки/км^2 , а связных почв – менее $1,3 \text{ Ки/км}^2$ возможно производство фуражного гороха.

Люпин отличается высоким накоплением радионуклидов в зерне, поэтому следует отказываться от возделывания люпина на почвах с плотностью загрязнения цезием-137 выше 5 Ки/км^2 , а стронция-90 более $0,7 \text{ Ки/км}^2$ – на супесчаных, и более $0,5 \text{ Ки/км}^2$ – на песчаных почвах.

Вышеприведенные данные подтверждают необходимость разработки планов размещения культур с учетом плотности загрязнения и степени окультуренности почвы каждого поля на основе регулярно обновляемых материалов радиологического и агрохимического обследования почв сельскохозяйственных угодий, используя коэффициенты перехода радионуклидов из почвы в растения и далее в продукцию животноводства.

Подбор культур и сортов с минимальным накоплением радионуклидов не требует значительных затрат и может быть особенно эффективным в овощеводстве.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александрова, Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации / Л. Н. Александрова. – Москва : Наука, 1980. – 286 с.
2. Беляк, В. Б. Биологизация сельскохозяйственного производства (теория и практика) / В. Б. Беляк. – Пенза : Изд.-полиграф. комплекс «Пензенская правда», 2008. – 320 с.
3. Булавин, Л. А. Агрэкономические основы ресурсосберегающего и природоохранного земледелия в Беларуси / Л. А. Булавин, А. П. Гвоздов, А. Ч. Скируха. – Минск : ИВЦ Минфина, 2021. – 220 с.
4. Довбан, К. И. Зеленое удобрение в современном земледелии: вопросы теории и практики / К. И. Довбан. – Минск, 2009. – 404 с.
5. Довбан, К. И. Сидерация в интенсивном земледелии: обзорная информация / К. И. Довбан, В. К. Довбан, Ф. Г. Бердников. – ВНИИТЭИагропром. – Москва, 1992. – 68 с.
6. Жученко, А. А. Адаптивное растениеводство (эколого-генетические основы) / А. А. Жученко. – Кишинев : Штица, 1990. – 432 с.
7. Земледелие : учебник / В. В. Ермоленков [и др.]; под ред. В. В. Ермоленкова, В. Н. Прокоповича. – Минск : ИВЦ Минфина, 2006. – 463 с.
8. Земледелие : учебник / П. И. Никончик [и др.]; под ред. П. И. Никончика, В. Н. Прокоповича. – Минск : ИВЦ Минфина, 2014. – 584 с.
9. Земледелие. Научные основы обработки почвы : учеб.-метод. пособие / А. С. Мастеров [и др.]; под общ. ред. А. С. Мастерова. – Минск : Экосперспектива, 2018. – 124 с.
10. Земледелие. Практикум : учеб. пособие / А. С. Мастеров [и др.]; под ред. А. С. Мастерова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 300 с.
11. Мастеров, С. З. Внутрихозяйственное землеустройство: учеб.-метод. пособие / С. З. Мастеров, С. М. Комлева, Е. В. Горбачева. – Горки : БГСХА, 2018. – 201 с.
12. Почвоведение, земледелие и мелиорация : учеб. пособие / В. Н. Прокопович [и др.]; ред.: В. Н. Прокопович, А. А. Дудук. – Минск : РИПО, 2013. – 496 с.
13. Сидераты в промежуточной культуре : рекомендации по использованию сидеральных культур в подсевных, поукосных и пожнивных посевах / Г. И. Тарануха [и др.]. – Горки, 2008. – 48 с.
14. Современные технологии возделывания сельскохозяйственных культур : учеб.-метод. пособие / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки : БГСХА, 2016. – 383 с.
15. Справочник агронома / И. Р. Вильдфлуш [и др.]; под ред. И. Р. Вильдфлуша, П. А. Саскевича. – Горки : БГСХА, 2017. – 315 с.
16. Справочное пособие руководителя сельскохозяйственной организации: в 2 ч. / В. Л. Баркулов [и др.]; под ред. проф. А. П. Курдеко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – Ч. 2. – 480 с.
17. Справочное пособие руководителя сельскохозяйственной организации: в 2 ч. / С. И. Артеменко [и др.]; под ред. проф. А. П. Курдеко. – Минск : ИВЦ Минфина, 2012. – Ч. 1. – 352 с.
18. Титова, В. И. Баланс гумуса в земледелии : учеб.-метод. пособие / В. И. Титова / Нижегородская ГСХА. – Н. Новгород : Нижегородская ГСХА, 2017. – 24 с.
19. Эрозия и охрана почв : учебник / М. С. Кузнецов, Г. П. Глазунов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Изд-во МГУ, Изд-во «КолосС», 2004. – 352 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
1. НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ СЕВОБОРОТОВ	4
1.1. Понятие и определение севооборота	4
1.2. История развития севооборотов	12
1.3. Причины чередования культур в севообороте	14
2. ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР КАК ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ	25
2.1. Оценка полевых культур как предшественников	25
2.2. Овощные культуры как предшественники	39
2.3. Промежуточные культуры в севообороте	41
3. РАЗМЕЩЕНИЕ КУЛЬТУР В СЕВОБОРОТАХ	46
3.1. Размещение полевых культур и паров в севообороте	46
3.2. Размещение пропашных культур	57
3.3. Размещение однолетних и многолетних трав	61
3.4. Размещение технических непропашных культур	65
4. КЛАССИФИКАЦИЯ СЕВОБОРОТОВ	69
4.1. Полевые севообороты	74
4.2. Кормовые севообороты	83
4.3. Специальные севообороты	88
5. СИСТЕМА СЕВОБОРОТОВ	99
5.1. Организация системы севооборотов в хозяйстве	99
5.2. Внедрение севооборотов	104
5.3. Агроэкономическая оценка севооборотов	107
5.4. Документация по ведению севооборотов	112
6. БИОЛОГИЗАЦИЯ СЕВОБОРОТОВ	115
6.1. Севообороты с учетом биологизации земледелия	115
6.2. Ведение севооборотов в условиях радиоактивного загрязнения земель	124
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	129

Учебное издание

Мастеров Алексей Сергеевич
Потапенко Максим Валентинович
Трапков Сергей Иванович и др.

**ЗЕМЛЕДЕЛИЕ.
СЕВООБОРОТЫ**

Учебно-методическое пособие

Редактор *С. Н. Кириленко*
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*
Корректор *А. С. Зайцева*

Подписано в печать 10.03.2022. Формат 60×84¹/₁₆. Бумага офсетная.
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 7,67. Уч.-изд. л. 6,73.
Тираж 100 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.