

K 1106448

**ГЮНТЕР КАНТ**

**Биологическое  
растениеводство:  
возможности  
биологических  
агросистем**

---

**GÜNTER KAHNT**

**Biologischer  
Pflanzenbau  
Möglichkeiten  
und Grenzen  
biologischer  
Anbausysteme**

**GÜNTER KAHNT**

**Biologischer  
Pflanzenbau  
Möglichkeiten  
und Grenzen  
biologischer  
Anbausysteme**



# **ГЮНТЕР КАНТ**

## **Биологическое растениеводство: ВОЗМОЖНОСТИ биологических агросистем**

Перевод с немецкого С. О. Эбель

1106448

МОСКВА  
ВО "АГРОПРОМИЗДАТ"  
1988

631

ББК 41

K19

УДК 502.6:631.5/9

Редактор А. С. Саломе

Карт Г.

K19 Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем /Пер. с нем. С. О. Эбель. — М.: Агропромиздат, 1988. — 207 с.: ил.

ISBN 5-10-001258-7 (СССР)

В книге рассмотрены различные сельскохозяйственные системы с биологической направленностью, при осуществлении которых ставится задача свести до минимума неблагоприятное воздействие некоторых факторов производства на окружающую среду. Особое внимание уделено составлению в хозяйствах балансов по азоту и другим питательным веществам, введению севооборотов с обязательным включением различных бобовых культур, оптимальному дозированию органических и минеральных удобрений, правильной интеграции агроприемов и методов борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур.

Для агрономов, биологов, экологов, руководителей хозяйств.

К  $\frac{3803010300 - 415}{035 (01) - 88}$  52-88

ББК 41

ISBN 3-8001-3054-8 (ФРГ)  
ISBN 5-10-001258-7 (СССР)

© 1986 Eugen Ulmer GmbH & Co.  
© Перевод на русский язык и примечания  
ВО "Агропромиздат", 1988

В последнее десятилетие зарубежные растениеводческие и земледельческие публикации запестрели эпитетами "о р г а н и ч е с к и й", "б и о л о г и ч е с к и й", "д и н а м и ч е с к и й" и т. д. Число изданий, в том числе фундаментальные научные разработки и первые обобщения опыта практического ведения земледелия с использованием преимущественно биологических методов, все возрастает. Среди выпускаемых книг и журнальных статей есть и такие, которые призывают к крайним, экстремистским мерам, т. е. к отказу чуть ли не от всех достижений современной науки при выращивании сельскохозяйственных культур. Однако в основном это публикации, исследующие возможности экологизации аграрной деятельности человека с целью предотвращения подрыва самих основ природы и окружающей среды.

Ученые нашей страны еще совсем недавно как бы не обращали внимания на эти тенденции, появившиеся и уже успевшие закрепиться в сельском хозяйстве развитых капиталистических стран. Цель — постоянное наращивание производства зерновых — заслоняла способы ее достижения. И лишь в последнее время в связи с резко обострившейся экологической обстановкой в Молдавии, Средней Азии и некоторых других традиционно аграрных регионах разгораются дискуссии, где все громче звучат эпитеты, приведенные нами в начале этих строк\*.

Именно исходя из желания дать читателю, специалисту сельского хозяйства и ученому-аграрнику, дополнительный материал по этому вопросу, редакция выпускает в свет книгу Г. Канта "Биологическое растениеводство: возможности биологических агросистем". Среди сторонников биологического земледелия ученые и фермеры из ФРГ занимают, пожалуй, наиболее взвешенную и рациональную позицию, стараясь избегать в этом вопросе как снобистской экзальтированности, так и позиции временщиков — "после нас хоть потоп".

Цель книги и ее автора, одного из ведущих специалистов-аграрников ФРГ, — показать необходимость широкого использования прие-

---

\* Я б л о к о в А. Игра против вредителей. — Правда, 1987, 26 октября. Б л а г о в е щ е н с к а я Н. Альтернатива есть! — Правда, 1988, 7 января. Д р у ц е И. Лист зеленый, вода и знаки препинания. — Литературная газета, 1987, 29 июля. У н т и л а И., В р о н с к и х М. Рука об руку с химией. — Литературная газета, 1987, 21 октября. Н и к о л ь с к а я М. Нужно ли такое утешение? — Литературная газета, 1987, 28 октября.

мов, которые способствуют поддержанию плодородия почвы и реализации потенциала продуктивности сельскохозяйственных культур в соответствии с данными экологическими условиями и характером производства.

Биологическое растениеводство отнюдь не означает полный отказ от минеральных удобрений. Оно представляет собой разумное, сбалансированное применение агротехнических, агрохимических и биологических приемов в комплексе с системой интегрированной защиты растений.

Для перевода хозяйства на биологическую основу необходим эколого-биологический анализ, при котором рассматриваются все взаимосвязанные факторы, а именно: балансы питательных веществ, севообороты, которые обязательно должны включать бобовые или зернобобовые культуры, экономика хозяйства, его роль в агроландшафте.

Только в условиях, где сельскохозяйственное производство не перегружено техникой, минеральными удобрениями и пестицидами, естественное плодородие почвы не истощается, а может в перспективе повышаться.

Нам не хотелось бы предварять знакомство читателя с книгой какими-либо оценками. Каждый сделает их сам, а возможная противоречивость оценок будет, по нашему мнению, не уменьшать, а увеличивать полезность книги. Ведь цель-максимум каждой публикации — не столько поведать, рассказать, сколько разбудить мысль.

При работе над книгой редакция постаралась максимально сохранить терминологические и стилистические особенности книги, не стала упрощать несколько тяжеловесный, но четкий и понятный язык автора. Это не затрудняет чтение книги, а даже придает ей определенное своеобразие.

Некоторые понятия, встречающиеся в книге впервые, кажутся не совсем ясными, однако в дальнейшем практически каждое из них получает в тексте свое толкование и объяснение. Поэтому мы не будем утомлять читателя заранее никакими комментариями, кроме одного. Автор достаточно часто использует термин "традиционное сельское хозяйство". В нашей литературе так обычно обозначается что-то патриархальное, даже отсталое, свойственное слаборазвитым странам. В условиях ФРГ традиционное сельское хозяйство предполагает урожайность зерновых на уровне 30–40 ц/га.

Редакция будет благодарна читателям за любые замечания в адрес книги и обещает передать все письма автору.

---

## ПРЕДИСЛОВИЕ К НЕМЕЦКОМУ ИЗДАНИЮ

---

Задача данной книги отнюдь не заключается в повторении основ почвоведения, агрохимии, защиты растений, полеводства или земледелия. Эти науки, как и знание сельскохозяйственного производства, его естественно-экологических основ, являются предпосылками двух важнейших направлений биологического земледелия — органического и биолого-динамического, которые отличаются друг от друга только отношением к применению химикатов и к астрологии в сельском хозяйстве.

Автор делает попытку подвести конкретную научную базу под планирование биологических хозяйств и в то же время, причем в первую очередь, вновь выдвинуть на передний план биологическое мышление в традиционном сельском хозяйстве, что будет способствовать сокращению применения техники и химикатов (или более активной трансформации последних в урожай) и защите окружающей среды от загрязнения. В густонаселенных странах агроландшафты служат не только обеспечению человека продуктами питания, но и регенерации воды и воздуха, оздоровлению людей.

Эффективность агроприемов очень изменчива. Плуг можно считать идеальным орудием в руках фермера только в том случае, если недостатки его применения ликвидируются или компенсируются проведением соответствующих агроприемов — введением севооборотов, внесением органических удобрений. В противном случае плуг становится "бритвой в лапах обезьяны".

В литературе конца XIX—начала XX века кукурузу называли "проказой сельского хозяйства", так как при ее выращивании почва истощалась гораздо быстрее, чем под влиянием других культур. Однако не сама кукуруза как растение, а интенсивная и глубокая распашка земель под нее была, да и сегодня остается причиной истощения и эрозии почвы. Борьбa с этой катастрофой можно было бы с помощью биологических приемов, способствующих усиленному восстановлению плодородия почвы.

Рапс превращается в "желтую угрозу" лишь при слишком частом его возделывании на одном поле, когда болезни, вредители, сорняки развиваются настолько сильно, что борьба с ними становится экологически опасной и экономически невыгодной. В этом случае помогают альтернативные меры — севооборот или выращивание устойчивых сортов.

Для оструктурирования влажных глинистых почв, отводимых под пашню, нужны не механические обработки, а биологическое рыхление, поэтому биологическое мышление как предпосылка оптимального использования техники все еще остается актуальным.

Правильные севообороты позволяют поддерживать почву в физически и биологически здоровом состоянии, и в результате питательные вещества удобрений гораздо активнее трансформируются в урожай, чем в "больных" почвах. Поэтому значение биологических мероприятий вновь возрастает в тех условиях, где ставится задача получения максимальных урожаев. Чтобы пшеница дала 80 ц/га, растения должны получить не менее 200 кг/га чистого азота. Если бы азотное удобрение трансформировалось в урожай на 50 %, потребовалось бы 400 кг/га чистого азота, но при использовании его на 80 % — лишь 240 кг/га, хотя в последнем случае необходима биологически, физически и химически здоровая почва. Не означает ли это, что понятие *плодородие почвы* пора заменить понятием *здоровье почвы*, включающим три названных признака?

Целенаправленная обработка почвы, севооборот и удобрение органикой, гармонично дополненное внесением минеральных питательных веществ, еще и потому являются предпосылками получения максимальных урожаев, что при целевом комбинировании эти три приема одновременно включаются в систему интегрированной защиты растений.

Технико-химический прогресс в сельском хозяйстве периода 50–60-х годов нашего столетия привел к тому, что необходимость биологических приемов в растениеводстве и животноводстве несколько потеряла свою остроту. Возможно, это произошло и потому, что в те времена были предложены способы увеличения урожаев и повышения качества получаемой продукции, оказавшиеся проще, дешевле и результативнее традиционных способов и позволившие быстрее ликвидировать острые нужды послевоенного времени.

Рекомендации производителям, часто составлявшиеся слишком поспешно и с очень односторонней экономико-производственной направленностью, в разной мере способствовали тому, что за ошибки



прошлого нам приходится расплачиваться сегодня. Привлечение долгосрочного эколого-биологически ориентированного планирования или анализов хозяйства во все расчеты и соблюдение целевых приоритетов при обработке почвы, внесении удобрений, защите растений — вот направление, которое поможет фермеру увеличить доходы, а народному хозяйству реализовать все разносторонние потенциалы агроландшафта.

Из региона материальной нищеты, но экологической сбалансированности в средние века Центральная Европа превратилась в регион материального богатства, но и постоянно обедняющуюся экосистему, где неизбежно сокращается численность видов животных и растений. Очевидно, обеспечить и экологическое, и материальное изобилие невозможно, особенно в условиях постоянного роста плотности народонаселения и преобладания такого характера мышления, как стремление к максимизации или гарантии доходов. Последней ступенью развития почти всех прежде высокоразвитых культур было материальное и экологическое обеднение, о чем свидетельствует современное состояние регионов Средиземноморья и Ближнего Востока.

“Человек, владеющий средствами разрушения почвенного плодородия, одновременно обладает и средствами восстановления этого плодородия” [46].

“Если выработка воза удобрений по стоимости превышает его производственную ценность, нам... придется, не оглядываясь на теорию Либиха, ... обрабатывать пашню, не используя удобрений, до тех пор, пока их внесение не станет вновь целесообразным, поскольку сельское хозяйство — это производство, а не благотворительное общество для будущих поколений, существующее за наш счет” [46, по Мартини].

“Сегодня необходимо понимать опасность столь односторонних точек зрения, как и опасность использования литературы с неверными или недостаточно полными данными, где “переход на биологическое сельское хозяйство рассматривается как единственная альтернатива для сельского хозяйства будущего” [116].

Появляются и такие указания, как “отказаться от плуга, при выращивании зерновых сеять только в стерню, точно соблюдая глубину заделки семян при узких междурядьях (но как соблюдать? — Г. К.), удобрять в соответствии с возможностями хозяйства, а если на 4–5-й год перестройка не даст результата, начать все сначала”. Однако подобные идеи скорее отпугнут фермера, чем ускорят его переход на новую систему хозяйствования.

Некоторые авторы, например Зигель [140] в книге "Растениеводство без минеральных удобрений и пестицидов — альтернатива?", пытаются доказать, что такой альтернативы не существует, но при этом не учитывают, что приводимые в качестве примеров севообороты (с внесением навоза) не содержат ни бобовых, ни кормовых культур. Откуда же возьмется в хозяйстве с подобным севооборотом навоз и азот? Кроме того, в результате интенсивной смены культур, на фоне максимальных доз азота и биоцидов и при трансформации азота минеральных удобрений на 50 % в почве накапливается его избыток в размере около 500 кг/га, а при таком показателе любой водохозяйственник неизбежно начнет процесс против владельца фермы. И наконец, хозяйство, насчитывающее 100 га сельхозугодий, при указанных потерях азота, не трансформированного в урожай, ежегодно будет терять приблизительно 23 тыс. марок ФРГ в пересчете на каждый гектар.

Таким образом, биологические (как технические и химические) приемы совершенно необходимы для улучшения экономических и экологических аспектов современного сельского хозяйства.

Гюнтер Кант

Штуттгарт-Хознхайм, весна 1986 г.

---

## 1. ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ

---

Производство любых продуктов питания связано с биологическими процессами. Оно в той или иной мере приспособлено к заданным экологическим условиям, т. е. климату, почве, и постоянно реализует также альтернативные возможности, например при обработке почвы или защите растений. Кроме того, сельскохозяйственное производство как органическое целое зависит от товарно-денежных, аграрно-политических, экономических, производственных, экологических и биологических предпосылок, а также вынуждено утилизировать органические отходы растениеводства и животноводства.

С учетом огромных затрат средств и энергии в сельском хозяйстве различные агроприемы и в настоящем, и в будущем должны быть в преобладающей мере биологическими, а не осуществляться с помощью выпускаемых промышленностью химических препаратов или путем интенсивной механизации. При этом подразумевается, в частности:

- биологическое рыхление и оструктурирование почвы взамен технико-механического;
- биологический перевод азота воздуха в органические азотсодержащие соединения и отказ от синтетических продуктов (аммония, нитратов, мочевины, цианамиды);
- биологическая борьба с сорняками путем лишения их природных факторов роста (вода, свет, кислород) или подавления корневыми экссудатами других растений вместо использования синтезированных гербицидов;
- биологическая борьба с возбудителями грибных и бактериальных болезней путем правильного чередования культур в севообороте, целенаправленного внесения органических удобрений, сокращения площадей под восприимчивыми культурами в конкретных регионах или селекции на устойчивость, а не обработка посевов химическими бактерицидами или фунгицидами;
- биологическая борьба с вредителями за счет использования вышеупомянутых способов и активизации полезных организмов (хищников, паразитов) вместо применения инсектицидов или нематицидов.

В рамках биологического растениеводства есть свои альтернативные методы, аналогично разным способам механической обработки почвы или чередованию гербицидов в традиционном земледелии. Все биологические мероприятия должны соответствовать конкретным экологическим условиям, которые часто не поддаются изменениям, и ха-

рактору производства (число занятых рабочих рук в хозяйстве, приближенность к городу или отдаленность от него, деревня или хутор, объединенное землепользование или отдельные фермы). Поэтому их осуществление связано с большими трудностями, чем, например, внесение пестицидов при точном дозировании действующих веществ. В сельскохозяйственном регионе с преобладанием традиционного интенсивного земледелия переключение на биологическую основу отдельного небольшого хозяйства (например, общей площадью 30 га с мелкими полями числом от 30 до 50) для получения продукции, не загрязненной химикатами, едва ли реально. В то же время для общинного лугопастбищного хозяйства, включающего до 10 % полевых культур, оно не представит большой сложности.

Возможно, читатель скажет: вот и еще одна написанная растениеводом книга о том, как можно быстро реализовать плодородие почвы (почти) без химикатов. Писать об этом надо было уже давно. Ведь в работе Кёпфа с соавт. "Биолого-динамическое сельское хозяйство" [89] из 280 страниц практике севооборотов посвящена только одна. В "Введении в экологическое земледелие" [147] говорится о нецелесообразности возделывания зерновых по зерновым, однако единственный восьмипольный севооборот, приведенный в качестве примера, включает трехлетнюю зерновую культуру и не содержит ни одной бобовой культуры. Наконец, в "Информации к вопросу о биологическом земледелии" [110] приведены балансы азота (восьмипольный севооборот), в которых для получения урожая зерна 50 ц/га не хватает 60—80 кг азота на 1 га. Если фермер попробует перейти к биологическим мероприятиям на основе такой информации, он заплатит за свою попытку дорогой ценой.

Нельзя планировать биологическое растениеводство на использовании только навоза. При дефиците калия, фосфора и азота, неправильно составленном севообороте, неравномерном и несвоевременном внесении органических удобрений или постоянном применении одних и тех же способов обработки почвы ее плодородие не возрастет, т. е. ни человек, ни скот не станут более сытыми.

С 1973 г. в опытном хозяйстве Энсматд университета Хоэнхайм (ФРГ) ведутся опыты по дальнейшему развитию биологических методов в растениеводстве. Ведомство продовольствия, сельского и лесного хозяйства и окружающей среды земли Баден-Вюртемберг финансирует не только эти работы, но и исследовательскую программу под названием "Эколого-биологические анализы хозяйств", осуществляемую на девяти органо-биологических фермах. Кроме того, при разработке дипломных проектов, в ходе семинаров и при прослушивании цикла лекций на тему "Альтернативное земледелие" студенты университета посещают органо-биологические и биолого-динамические фермы и сами проводят соответствующие анализы.

В этой книге сделана попытка с позиций действительно критиче-

ских, но отнюдь не отрицательных, сделать анализ биологического земледелия, наметить предпосылки, возможности и пределы как всей системы, так и отдельных приемов применительно к возможностям сельского хозяйства стран с разными условиями (высокоразвитые промышленные и преимущественно аграрные, с высокой и низкой плотностью населения) и вывести промежуточный баланс с совершенно конкретными целями, а именно: во-первых, облегчить фермерам (консультантам) планирование хозяйств с повышенной долей биомероприятий, не лишая их при этом инициативы, которая могла бы дать новые импульсы в оказании дальнейшей помощи. Во-вторых, разубедить тех, кто уже сейчас видит в некоторых утопических или дилетантски разработанных биологических направлениях в земледелии "начало конца" биологического сельского хозяйства.

Понятия экологическое, биологическое, органическое или альтернативное земледелие характеризуют системы возделывания с почти одинаковыми приемами. Мы выбрали термин *биологическое земледелие*, исходя из полностью или преимущественно биологического характера следующих трех факторов, оказывающих решающее влияние на величину и качество урожаев.

1. Перевод азота воздуха в растительный белок, который осуществляется через посредство бобовых культур, специфических почвообитающих бактерий или цианофитов, а не путем хемосинтеза азотных удобрений ( $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ).

2. Рыхление и оструктурирование почвы, которые осуществляются корнями растений, мелкими почвообитающими животными и почвенными микроорганизмами, а не с помощью орудий и механизмов при больших затратах энергии.

3. В основном биологическая борьба с сорняками, болезнями, вредителями путем правильного чередования культур в севообороте, выбора видов и сортов применительно к конкретным условиям и методов активизации природных врагов вредителей, а не за счет внесения химических средств защиты растений (биоцидов — гербицидов, инсектицидов, нематодицидов, фунгицидов, акарицидов и т. д.).

Аграрные и лесные ландшафты служат не только для получения продуктов питания, топлива и сырья, они содействуют регенерации воды и воздуха, а также поддержанию здоровья человека. Как интенсивно используемая транспортная зона (транспортный ландшафт) или индустриальные центры (индустриально-производственный ландшафт) мало пригодны для проживания или оздоровления людей, так и интенсивный аграрный ландшафт не может служить водоохранной или оздоровительной зоной. Аграрный ландшафт выполняет свою многофункциональную роль лишь в том случае, если сельскохозяйственное производство не перегружено техникой, минеральными удобрениями и пестицидами. Однако возрастание степени экстенсивного использования ландшафта может означать для фермера потерю доходов, поэтому при

создании оздоровительной зоны (для регенерации воды и воздуха) землевладелец, т. е. фермер, должен получать какую-то компенсацию. В противном случае, следуя экономическим расчетам, он попытается выращивать максимальные урожаи с помощью биоцидов, внося их в высоких, а иногда слишком высоких и, следовательно, опасных для окружающей среды дозах. Нужно попробовать разрешить этот конечный конфликт именно с помощью биологических мероприятий в земледелии, в первую очередь добиваясь получения менее загрязненных пестицидами продуктов питания, пригодных для длительного хранения.

Помимо активизации и использования природных круговоротов веществ (круговороты воды, кислорода, углекислого газа происходят естественным путем из-за их газообразного агрегатного состояния), целями биологического земледелия являются улучшение качества продуктов питания, воды и воздуха, т. е. общее оздоровление окружающей среды, а также сохранение энергии и повышение естественного плодородия почвы.

И все же в ходе исследований возникают следующие конкретные вопросы.

- Какие круговороты существуют в данной системе (ферма) и как они функционируют?
- Как можно сэкономить энергию?
- От чего нужно защищать среду?
- Как избавиться, например, от нитратов в грунтовых водах или избежать применения биоцидов?
- Каковы отдельные факторы плодородия почвы и каким путем можно его сохранить или повысить?

При выращивании сельскохозяйственных культур около 50 % расходуемой энергии приходится на азотные удобрения, поэтому введение в севооборот азотфиксирующих бобовых культур дает самую реальную возможность сбережения энергии. Однако сельское хозяйство является единственной отраслью экономики, где происходит химико-биологическое накопление энергии, в то время как во всех остальных отраслях эта энергия, накопленная за миллионы лет в нефти и угле, активно расходуется. Поэтому лучше сокращать процессы, связанные с потреблением энергии, чем внедрять энергосберегающие процессы. Отказ от пестицидов — прямой путь и к защите окружающей среды от дальнейшего загрязнения, и к улучшению внутреннего качества продуктов питания (но не всегда их товарного вида, поскольку болезни и вредители чаще всего поражают плоды и овощи поверхностно). Что же касается поддержания или повышения плодородия почвы, то здесь необходимы разнообразные биологические, физические и химические способы.

---

## 2. ЗАДАЧИ ПРОГРАММ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

---

В 1971 г. правительство ФРГ опубликовало программу охраны окружающей среды [27]. Приведем в несколько сокращенном виде цитаты из этой программы, чтобы показать, что уже в те годы перед наукой и практикой была поставлена задача разработки и испытания биологических мероприятий, более безопасных для окружающей среды.

”Защита окружающей среды — задача не новая. Человек постоянно изменяет среду, но в высокоиндустриализованном современном обществе вмешательство человека в царство природы становится серьезной опасностью мирового масштаба, в первую очередь для него самого. Стабильно растет потребление сырья, увеличиваются площади окультуренных земель, все чаще возникает необходимость проникновения в биосферу. В результате растущей плотности населения, беспорядочной урбанизации и индустриализации нагрузки на окружающую среду настолько усиливаются, что живые силы природы иногда не могут противостоять им. Самоочищающей силы почвы, воды, воздуха во многих случаях уже не хватает. Производственный процесс, основывающийся на современной технизации и конкуренции, ведет к росту материального благосостояния. С этим неизбежно связано быстро увеличивающееся превращение веществ и энергии, одновременно скачкообразно растет количество самых разнообразных отходов”.

”Программа немедленного действия от 17.09.70, предвосхищая программу охраны окружающей среды, которая составляет основу долгосрочной политики того же направления, предусматривала решение важнейших задач. Эта программа определяла план проведения неотложных мероприятий, служащих защите среды от загрязнения”. Но... ”До сих пор правительство ФРГ не разработало правовых основ регулярной и всеобъемлющей оценки как экологических, хозяйственных и финансовых показателей по отдельным фактам загрязнения среды, так и последствий этих процессов. Проведенные статистические исследования, по имеющимся данным, требуют новых уточнений”.

”Проблемы охраны окружающей среды не могут быть решены специалистами в какой-то одной области. Из-за межотраслевого характера задач для этого необходимо сотрудничество медиков, биологов, инженеров, социологов, хозяйственников, представителей других отраслей науки и экономики. Следовательно, нужно интенсивнее координировать работы в учебных заведениях, государственных и частных исследовательских организациях”.

"В программу изучения окружающей среды необходимо включить новые первостепенные задачи.

1. Социальные и научно-производственные исследования взаимовлияния общества и окружающей среды.

2. Медицинские и биологические эксперименты по изучению действия биоцидов и химикатов на окружающую среду.

3. Усиленная разработка, в первую очередь биологами и инженерами, основополагающих вопросов выявления и регистрации вредных веществ; развитие новых технологий очистки воздуха и воды, ликвидации и переработки отходов, снижения шумов, предупреждения радиоактивных выбросов, сохранения и обдуманного использования источников сырья и продовольствия; безопасные для среды производственные процессы и получаемый конечный продукт".

"Знания, необходимые для охраны окружающей среды, должны стать не только предметом преподавания в школах и высших учебных заведениях, но и доводиться до всего населения. Бережное отношение к среде нужно сделать задачей общеобразовательного процесса в планах каждого учебного заведения".

В предпоследней цитате говорится о необходимости безвредного для среды производства. Применительно к сельскому хозяйству это означает переход к разработке, например, альтернативных мер борьбы с вредителями, подобно апробируемому и используемому в интегрированной защите растений уже в настоящее время. Однако следует отметить, что в ФРГ при расширении площадей под кукурузой система интегрированной защиты, служащая целям охраны среды, оказалась отчасти непростительно забытой. В этом случае потери несет (пока) не общество, а сам фермер, который обрабатывает кукурузу постоянно возрастающими дозами гербицидов и этим в значительной мере способствует загрязнению среды. Определенные гербициды, которые вымываются в грунтовые воды, следовало бы запретить для применения на кукурузе в водоохраных зонах.

Программа действия, предложенная Федеральным правительством еще в 1970 г., гласила:

"Это значит:

- восстановить мощность царства природы и способствовать ее дальнейшему усилению, сохранить биологическое многообразие ландшафта;
- экономно, очень бережно использовать самовосстанавливающиеся блага природы;
- беречь природу в тех случаях, когда необходимо вмешательство в ее царство, и по возможности компенсировать наносимый при этом ущерб".

"Этим целям противостоят в первую очередь социальные интересы. Общество хочет использовать свой ареал в течение длительного времени, поэтому конфликт между растущими потребностями человека и ограниченным потенциалом природы будет усиливаться".



В программу включены следующие мероприятия.

1. "Разработка программы активизации и координирования экологических исследований как в целом по стране, так и для земель.

2. Большее содействие экологическим исследованиям в соответствии с общими задачами.

3. Создание Федерального ведомства по растениеводству, защите среды и уходу за ландшафтом; увеличение ассигнований на документацию и информацию в области охраны природы и ухода за ландшафтом.

4. Участие в исследовательской программе ЮНЕСКО "Человек и биосфера". В этом плане государство готово сотрудничать с земельными ведомствами и выделяет на это средства".

Следовательно, необходимо:

- "разработать методы безопасного удаления или целевого использования внутрихозяйственных удобрений и отходов в крупных животноводческих объединениях;
- создать при Федеральном ведомстве по вопросам народного здравоохранения центр по определению и оценке степени опасности, возникающей при применении загрязняющих среду химикатов и биоцидов, для здоровья людей;
- разработать общегосударственную координационную программу регистрации биоцидов".

"Федеральное ведомство по вопросам народного здравоохранения и федеральное бюро по сельскому и лесному хозяйству следует реорганизовать таким образом, чтобы они могли активизировать работы в области токсикологии опасных для среды химикатов и биоцидов". Кроме того, необходимо "... расширить исследовательские организации по токсикологии, принадлежащие соответствующим ведомствам и особенно Федеральному ведомству по вопросам народного здравоохранения". Таким образом, "специальные виды исследований в государственных и земельных научно-исследовательских институтах, вузах и промышленности нуждаются в более активной поддержке и координации, чем прежде. Эти исследования распространяются на:

- выявление, передвижение в растениях, метаболизм и стойкость опасных для окружающей среды химикатов и биоцидов, а также определение их токсикологического и экологического действия, особенно на человека, и накопления в продуктах питания;
- выявление и сокращение количества вредоносных остатков пестицидов в экосистемах, в первую очередь в продуктах питания;
- возможность замены вредоносных биоцидов и других химикатов альтернативными веществами или методами".

В последнем абзаце еще больше конкретизируется задача разработки методов, альтернативных обработкам биоцидами с их токсичностью и длительным негативным последствием. Обратимся также к соответствующему сообщению правительства ФРГ от 14.07.76, опубликован-

ному через шесть лет после вышеупомянутой программы и определяющему положение на 1976 г. и планы на ближайшее будущее.

"Многие задачи, поставленные в 1976 г., уже решены. В частности, ликвидированы упущения в принятии прямых законодательных мер по охране среды. Кроме того, проведение множества мероприятий по выполнению законодательств, связанных с постоянно растущими ассигнованиями, способствовало улучшению состояния среды, во всяком случае в определенных регионах или применительно к конкретным опасным проявлениям.

И все же, если рассматривать проблему в целом, загрязнение среды остается серьезной опасностью. Чтобы добиться поставленных целей, в определенных направлениях еще необходимы особые усилия, причем не в последнюю очередь — в интересах будущих поколений. Население страны все в большей мере осознает сложность создавшейся ситуации и ожидает от Федерального правительства, руководящих земельных органов и общин энергичных действий".

"С развитием экономики будут постоянно расти эффективность промышленности, расходы сырья и энергии, масштабы транспортного движения и потребление. Однако доступность природных источников сырья не беспредельна, а очищающие и регулирующие силы природы не безграничны. Вот откуда возникает опасность дальнейшего загрязнения воздуха, воды, почвы и ландшафта вредными веществами, увеличения количества отходов, усиления шумов.

В соответствии с современными данными невыполнение заранее спланированных мероприятий по охране окружающей среды приведет в первую очередь к таким последствиям, как:

- прямое и косвенное воздействие на здоровье и жизнь человека, особенно на его генетический аппарат; усиление канцерогенного эффекта; диспропорциональный рост заболеваний в районах повышенной загрязненности;

- нарушение так необходимых для жизни общества природных основ". (В этой связи нужно упомянуть гибель лесов вследствие выпадения кислотных дождей, которая началась через 4—6 лет после появления вышеуказанных однозначных выводов.)

"Начиная с 1971 г. объем знаний об экологической и гигиенической угрозе загрязнения среды значительно расширился, но одновременно стали более противоречивыми дискуссии о необходимых выводах, которые надо сделать. Одни говорят о "балансах ужасов" или о том, что "человечество находится на поворотном пункте". По мнению других, своевременное решение проблемы удавалось найти всегда, и способности как человека, так и среды адаптироваться к растущему загрязнению еще не исчерпаны".

Несомненно, однако, что

- "в цивилизованных государствах заболевания раком или предрас-

положенность к ним заметно возросли под влиянием окультуренной и неокультуренной среды и изменяющегося образа жизни;

— истощение ресурсов воздуха, воды, сырья и вмешательство в биосферу не могут оставаться без последствий;

— механизмов самоочищения и регуляции, которыми так богата природа, недостаточно для полной ее защиты от слишком сильных нагрузок”.

”В ФРГ, несмотря на многие успешные мероприятия, существующая ситуация, как и прежде, характеризуется тем, что во многих отраслях экономики загрязнение среды продолжает усиливаться или же остается на достигнутом уровне.

Особенно типично для сложившейся ситуации следующее:

— загрязнение воды, воздуха и почвы не поддающимися биологическому или химическому разложению вредными веществами и их накопление;

— сокращение ландшафтных и оздоровительных зон за счет строительства новых городов, промышленных центров, путей сообщения с одновременным разрушением биотопов, что приводит к нарушению целых экосистем;

— нагрузки на человека, создаваемые шумами и зловонными веществами”.

”Знаний о действии единичных вредных факторов или о их комплексном влиянии во многих случаях еще не хватает для того, чтобы достаточно точно определить связанную с этим опасность и необходимые меры защиты. В самых различных областях исследований существует множество пробелов, в частности в области токсикологии биоцидов, массового развития вредных организмов, экологии. Первостепенная задача исследователей — сделать свой вклад в ликвидацию этих пробелов”.

”Применительно к отдельным факторам (свинец, ДДТ) законодательные меры в ФРГ оказались успешными, в целом же этого не наблюдается. Решительным образом предотвращать загрязнение среды ядохимикатами не удастся. Проведение соответствующих работ все еще осложняется отсутствием конкретных данных о влиянии химикатов на среду. Действие многих вредных веществ, например ароматических углеводородов, галогенатов, нитритов и нитрозоаминов, изучено достаточно детально, однако точная взаимосвязь в системе доза—активность пока не установлена.

Многие химикаты, по своему побочному действию оказавшиеся вредоносными, были первоначально допущены к применению на основании только положительных характеристик. Следовательно, необходимо синтезировать и выпускать такие соединения, которые обладали бы аналогичной активностью, но были бы безопасными для среды. Однако подобные исследования часто находятся только на начальных этапах”.

“Загрязнение среды химикатами можно рассматривать с двух разных позиций:

— общая нагрузка на среду, создаваемая определенным (одним) веществом, и

— средняя суммарная нагрузка на одного человека, создаваемая всеми вредными веществами”.

Здесь очень точно указаны задачи исследовательских работ на будущее: 1) нахождение заменителей токсичных веществ и 2) определение суммарной нагрузки на человека, оказываемой всеми вредными веществами, и при высоких показателях — ее ослабление\*.

Правительство ФРГ приходит к другим выводам. Оно утверждает: “Правительство ФРГ обязано предвидеть эту опасность на перспективу и — не в последнюю очередь из-за ответственности перед будущими поколениями — принять соответствующие меры. Поэтому оно утверждает цели и основы программы 1971 г. и принимает решение о соответствующем продолжении политики охраны окружающей среды”.

Мы считаем, что биологическое ведение сельского хозяйства (т. е. мероприятия, которые позволили бы обойтись без опасных для окружающей среды химикатов или резко сократить их применение) станет значительным вкладом в дело достижения этой цели, даже если в чисто сельскохозяйственном и производственном аспектах это не всегда кажется оправданным. Необходимо рассматривать в комплексе и ущерб, и последствия применения химикатов с точки зрения общенациональной экономики, учитывая затраты на медицинское обслуживание, сокращение многообразия биотопов и, следовательно, ухудшение оздоравливающего климата ландшафта.

---

\* Если же в свете этих фактов на каком-либо совещании по вопросам биологического растениеводства ведущий не отреагирует на высказывание, что, например, достаточно потреблять в большом количестве витамин С, поскольку он ослабляет канцерогенное действие нитрозоаминов, то остается только спросить: кому, собственно, на пользу такая точка зрения?

### 3. ЦЕЛИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Четко разграничить биологическое земледелие и традиционное или интенсивное достаточно сложно, между ними существуют плавные переходы. Одни агроприемы характерны для всех направлений растениеводства, другие применяются преимущественно в какой-то одной системе.

В настоящее время цели биологического земледелия актуальны как с народнохозяйственной, так и с политической точки зрения и, кроме того, интересны, а иногда и необходимы чисто экономически (рис. 1). Экономия энергии, оздоровление окружающей среды и более активное вторичное использование — это конкретные задачи, стоящие перед многими отраслями экономики. Однако им сопутствует один и тот же вопрос, одна и та же проблема: *как?* или *что?* Ситуация, характерная для сельскохозяйственного сектора, показана на рисунке 2. Более конкретный подход, например к вопросу экономии энергии при транспортировке, неизбежно ведет к проблемам землеустройства и удобрения соломой вместо навоза. Повышение плодородия почвы взаимосвязано с ростом содержания фосфора и калия в пахотном слое и, следовательно, с внесением такого количества минеральных веществ, которое превышает их вынос. Для оздоровления окружающей среды необходимо сокращение

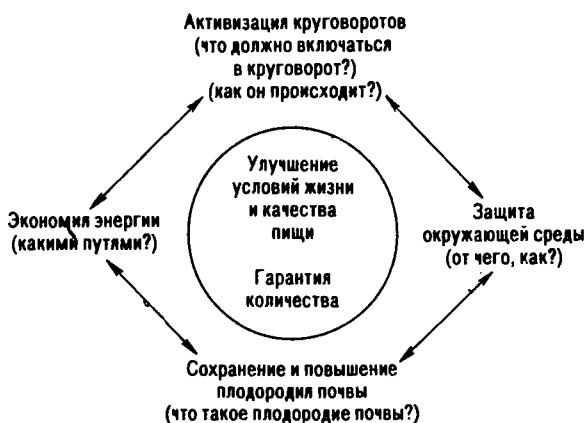


Рис. 1. Цели биологического земледелия.

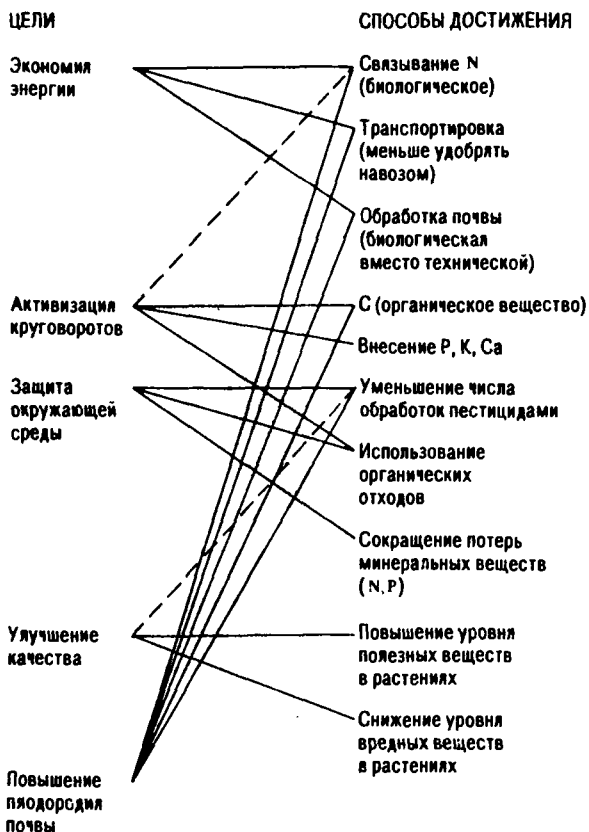


Рис. 2. Возможности и способы достижения целей биологического земледелия.

числа обработок ядохимикатами, опасными для человека и животных. Наконец, улучшение качества получаемой продукции требует сбалансированного питания растений при одновременном снижении содержания в них веществ, отрицательно отражающихся на качестве продуктов питания и кормов.

При любом виде земледелия — биологическом с выраженной экологической ориентацией или в преобладающей мере традиционном с ориентацией на экономику — необходимо рассмотреть в самых различных аспектах задачи, стоявшие перед хозяйством в прошлом, и определить новые цели выращивания культурных растений.

Цель биологического земледелия — по возможности избежать в условиях производства получения результатов, аналогичных приведенным в таблице 1 (опыты Нуйкена). В опыте ни разные по срокам проведения

способы обработки почвы (агротехнический прием), ни повышение доз минерального азота или замена известково-аммиачной селитры цианамидом кальция (агрохимический прием), ни внесение зеленого удобрения (биологический прием) не обеспечили прирост урожая пшеницы.

Т а б л и ц а 1. Урожай озимой пшеницы (ц/га) по вариантам опыта [ по 108 ]

Доза азота, кг/га	Ранняя вспашка				Поздняя вспашка, выра- щивание рапса, ИАС
	выращивание рапса		без рапса		
	ИАС	ЦК	ИАС	ЦК	
100	31,0	29,4	29,0	24,7	25,8
150	31,6	32,7	31,5	30,4	32,0
200	32,1	33,9	30,0	32,8	33,0

П р и м е ч а н и е. ИАС — известково-аммиачная селитра, ЦК — цианамид кальция.

Из приведенных в таблице данных можно сделать только один вывод: все три приема не помогли ликвидировать причины низкой урожайности из-за ошибок при их выборе. Неудача опыта, очевидно, связана с плохим физическим, химическим или биологическим состоянием почвы. Детальное обследование участка и в первую очередь анализ предыстории полей, севооборота, способов обработки почвы, удобрения позволили бы точно установить причину и низкой урожайности, и слабой эффективности использованных приемов.

## 4. НАПРАВЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Прежде чем рассмотреть направления биологического земледелия, попытаемся с помощью различных критериев разграничить общие направления, существующие в сельском хозяйстве. Естественно, что выбранные критерии могут быть дополнены данными из области производства и экономики. Однако при этом мы всего лишь убедимся в том, что все существующие в сельском хозяйстве направления различаются по одним критериям и совпадают по другим (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Критерии, позволяющие разграничить направления земледелия

Критерий	Направления			
	экологическое (биолого-органическое)	традиционное	индустриальное	
			экстенсивное	интенсивное
Производство продуктов питания	**	***	*	****
Регенерация воды	***	**	**	—
Регенерация воздуха	***	**	**	— (*)
Оздоровительная функция	***	**	—	—
Биологический повторный цикл азота	1/1	1/4	—	—
Химико-индустриальный повторный цикл азота	—	3/4—1/1	1/1	—
Повторный цикл РК	3/4	1/4	1/10—2/1	—3/1
Обработка почвы	Биолого-тех- ническая	Технико-био- логическая	Техническая	—
Защита растений	Биолого-ме- ханическая	Механико-би- ологическая	Химическая	—
Обеспеченность рабочей силой	Конкретная	Снижающаяся	Сезонная	—
Подверженность кризисам	Низкая	Средняя	Высокая	—

Приведенные в таблице 2 данные о повторных циклах NPK следует рассматривать как балансы питательных веществ в хозяйствах (см. гл. 11). Подверженность кризисам, подобно регенерирующим функциям, также можно было бы оценивать по-другому. В условиях перепроизводства три или четыре звездочки в графе "производство продуктов питания" означают не "лучше" и две звездочки — не "хуже",



а всего лишь "больше" или "меньше", т. е. выход большего или меньшего количества продукции. Что же касается оздоровительных функций, то, без сомнения, спешащему шоферу гораздо полезнее ехать по автостраде агроиндустриального ландшафта, чем "овладевать" многоплановым агроландшафтом с его извилистыми, не дающими обзора дорогами, мелькающими по обочинам живыми изгородями или выскакивающими прямо под колеса машины зайцами.

Если фермер не ориентируется на действующие для всех законы природы, не использует данные современной науки или хотя бы принимает их за основу своей работы, не интересуется последствиями монокультуры того или иного вида растений, т. е. не учитывает пределов даваемых ему рекомендаций и связанной с этим опасности, то он подпиливает сук, на котором сидит. (В свое время и мы не учитывали пределов возможностей при внесении ДДТ.)

В то же время, выбрав форму хозяйствования, но не изучив заранее все ее возможности и не используя их (неважно, по каким причинам — рыночно-хозяйственным, экологическим, обусловленным производством на продажу или для самообеспечения, и независимо от того, в какой стране это происходит — развитой или развивающейся), фермер упускает все шансы, имеющиеся у него на конкретный период времени и в конкретных условиях.

Хозяйство любого экологического или биологического направления должно быть гораздо лучше приспособлено к экологическим данным, чем хозяйство, в котором нет необходимости использовать биологическое высвобождение питательных веществ растениями или почвообитающими организмами и можно, например, применять минеральные фосфорные и азотные удобрения или проводить борьбу с сорняками, вредителями и болезнями не только механическими, термическими или биологическими, но и химическими способами. Разница между биологическими направлениями определяется, как правило, методами работы не в разных хозяйствах одного региона, а в разных регионах с характерными для каждого из них почвами и климатом. Именно из-за этого между консультантами, обслуживающими различные экологические зоны, часто происходят острые дискуссии о правильности выбора способа компостирования, аэрации и внесения навоза или метода обработки почвы с учетом конкретных севооборотов. Один и тот же прием может быть единственно правильным при данных местных условиях и различных севооборотах, но привести к возникновению серьезных проблем при одном и том же севообороте в разных местоположениях.

С этим же связаны более острая критика направлений биологического земледелия в целом и меньшее внимание, которое уделяется конкретным различиям между ними. Определенный способ подготовки или внесения навоза может дать диаметрально противоположные результаты в местностях, находящихся на высоте 100, 400 или

1000 м над уровнем моря. Признанный вюртембергский метод внесения навоза был вполне целесообразен с технической и производственной точек зрения, а также как способ минимизации потерь азота, однако отнюдь не обеспечивал прироста урожаев в каждой местности, поскольку его влияние на формирование урожая зависит от температуры и типа почвы.

Перспектив на распространение новых методов и приемов, как правило, тем больше, чем: 1) проще и надежнее такой метод; 2) понятнее он для фермера; 3) меньше подводят под него идеологическую базу; 4) профессиональнее проводятся консультации и 5) выше экономические преимущества данного метода.

С этой точки зрения все сложные и идеологически обоснованные направления, даже при самых качественных консультациях или высоких ценах на получаемую продукцию, найдут лишь ограниченное применение. Биологическое земледелие — проблема непростая, но, безусловно, доступная для решения. Проведение биологических мероприятий требует хорошей наблюдательности, критического подхода и опыта, именно поэтому так часто возникает потребность в квалифицированной консультации. Она не должна ограничиваться разъяснением аграрно-политических требований или выдачей агротехнической информации и

Т а б л и ц а 3. Направления в земледелии и степень их интенсификации

Направление	Степень интенсификации (возрастание от * до ***)				
	ручной труд	органическое удобрение	обработка почвы	минеральные удобрения	пестициды
1. Биолого-динамическое	***	***	**	—	—
2. Биолого-органическое	(*)	***	*—***	—	— до *
Органо-биологическое					
Органическое					
Натуральное					
Экологическое	—	**	*	*	*
Альтернативное					
3. Экстенсивно-традиционное	—	**	*	*	*
Интенсивно-традиционное	—	**	**	**	**
Экстенсивно-индустриальное	—	*	**	**	*
Интенсивно-индустриальное	—	*—***	***	***	***
4. Химико-синтетическое производство продуктов питания	(Например, получение белка из нефти или выработка витаминов)				

тем более мотивировать необходимость перехода к новому методу с помощью духовной или ориентированной на будущее подоплеки. В первую очередь фермерам необходима помощь в получении гарантированно стабильных и высоких урожаев. Рост затрат ручного труда и сильная засоренность полей на одной ферме даже при высоких ценах на получаемую продукцию не убедят соседних фермеров в целесообразности перехода к новому типу хозяйствования, но в определенных обстоятельствах побудят их хотя бы частично опробовать уже оправдавшие себя приемы, например какой-то способ обработки почвы, использования бесподстилочного навоза, а иногда и конкретный севооборот.

Перспективы, возможности и пределы альтернативных направлений земледелия можно рассматривать с пяти вышеприведенных точек зрения. Если, исходя из этого, оценить различные направления (табл. 3) по их значению на сегодняшний день и на будущее, то создастся совершенно конкретная картина.

## БИОЛОГО-ДИНАМИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Данное направление принято в настоящее время только небольшой группой фермеров, производственная деятельность которых базируется на "Курсе сельского хозяйства" Рудольфа Штайнера [145], а духовное мировоззрение — это антропософия. Неоспоримый плюс биолого-динамического направления — рассмотрение проблемы в целом, т. е. не только сельского хозяйства, но и человека и окружающей его среды вплоть до влияния космоса на человека, растения, животных, на сельское хозяйство и общество. (В свое время Оскар Шлеммер представил все многообразие существующих взаимодействий совсем в иной связи; см. рис. 3.) Однако наблюдение за расположением звезд при проведении сева или обработке почвы, получение препаратов из растений, которые можно хранить только в емкостях естественного происхождения (мочевой пузырь оленя, черепа животных, телячьи кишки или рога коровы) и смешивать с водой, не используя металлические предметы, чтение курса Штайнера, который трудно понять даже подготовленному читателю, и отсутствие достаточного числа хорошо обученных и опытных консультантов — это слишком мощная преграда для распространения биолого-динамического метода на большое число предприятий. У нас нет статистических данных о том, сколько фермеров активно пыталось практиковать такое направление и все же отказалось от него. Нет данных и о числе фермеров, которые после более или менее длительного пребывания в союзе Деметра разработали собственные биологические агроприемы и, неважно по каким причинам, отошли от биолого-динамического направления.

Очень строгие правила соблюдения качества по Деметру — это, по-видимому, в настоящее время лучшая гарантия продукции, полу-

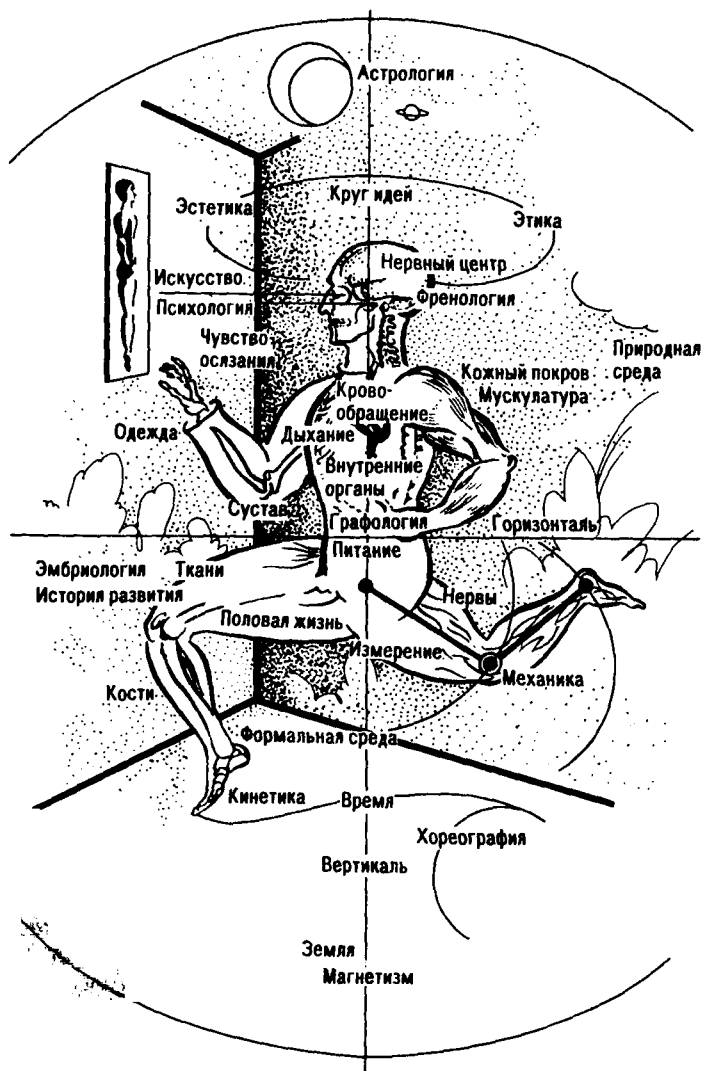


Рис. 3. Человек в кругу идей [ по 101].

ченной биологическим путем, т. е. выращенной без применения пестицидов и минерального азота.

Полное отсутствие остатков пестицидов в продукции чаще всего невозможно, поскольку на фермах, расположенных по соседству с мелкими биолого-динамическими хозяйствами, все равно проводятся опрыскивания, и сносы при этом неизбежны. Слишком слабая, с моей

точки зрения, гибкость мышления и упорная вера в трансмутации (превращение одного вещества в другое с помощью средств, которые позволяют отказаться от внесения минеральных удобрений), с одной стороны, и одновременно проводимые на практике анализы почв с вытекающими из них конкретными указаниями о необходимости внесения, например, фосфатов — с другой, позволяют, по крайней мере частично, выявить несоответствие между идейным руководством и конкретной работой. Как и в каждом идейном направлении, такое несоответствие может привести к разногласиям в рядах единомышленников. Однако в сельском хозяйстве речь идет не только о биологии, но и о вполне материальных явлениях, т. е. о получении высоких урожаев с полей, плодородие которых снижается без применения удобрений, и, следовательно, о доходах. Поэтому дискуссии о деятельности биолого-динамических хозяйств в этой группе подавляются.

В предисловии к "Сельскохозяйственному завещанию" Говарда [72] Кёнекампф пишет, помимо прочего: "Мы не ущемим гениальности сэра Альберта Говарда, если с учетом современного состояния сельского хозяйства в Европе поставим под сомнение некоторые из его высказываний...". Я же, ссылаясь на "Курс сельского хозяйства" Штайнера [145] и рассматриваемые в нем взаимодействия сил, хотел бы добавить следующее.

Не надо надеяться на то, что к 1986 году все происходящие в мире процессы в их взаимосвязи с движением планет только одной Солнечной системы будут полностью исследованы или хотя бы поняты. Нельзя просто отказываться от чего-либо, не осуществив критической проверки. Обвинение в ереси означает возврат к средним векам. С каким трудом удавалось в те времена пробить путь новому опыту, не совпадавшему с уже утвердившимся мнением!

Опыты со сроками сева, проведенные Абеле [4], показали наличие циклов, которые частично (но не полностью) объясняются ходом погодных условий. В прошедшие десятилетия и столетия мы прежде всего изучили важнейшие и самые явные физико-химические взаимосвязи, по мере разработки соответствующих технологий вторглись в поддающиеся измерениям сферы, а в настоящее время активно занимаемся физиологическими проблемами, явлениями и фактами. Мы исследуем модели поведения, закодированные в человеческом мозгу за период в 20—50 миллионов лет, их взаимодействие с окружающей средой (как в прошлом, так и в настоящем) и накопившуюся информацию, которая уже не созвучна современному индустриализованному обществу и очень быстро происходящим в нем изменениям, но прочно закреплена в человеческом организме.

В современном обществе биолого-динамическое земледелие, как, впрочем, любое направление сельского хозяйства со слишком сильным духовным базисом, пока еще находит признание. Однако оно не способствует осуществлению вышеуказанных предпосылок массового рас-

пространения, и поэтому в дальнейшем число его приверженцев едва ли возрастет, во всяком случае в странах Центральной Европы. В то же время это отнюдь не означает, что биолого-динамическое земледелие не даст сильного импульса для какого-то нового биологического направления.

## ОРГАНО-БИОЛОГИЧЕСКОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Это направление равнозначно экологическому, альтернативному, биологическому, а также технологии Лемэтра—Буше во Франции или Мюллера—Руша в Швейцарии. Отличие от биолого-динамического направления заключается лишь в отходе от астрологии и отказе от применения растительных препаратов. Однако и те, кто уже изменил биолого-динамическому направлению, и те, кто еще сочувствует ему, наверняка время от времени используют препараты, известные им со времени причастности к этому направлению. Прослушав же соответствующий курс по биолого-динамическому сельскому хозяйству или вступив в контакт с поклонниками этого направления, они будут применять эти препараты непременно.

Если оценивать перспективы органо-биологического направления с тех же пяти точек зрения, что и биолого-динамического, то в условиях ФРГ его общее распространение соответственно пунктам 1—3 должно осуществляться гораздо легче. Однако интенсивность и качество работы сети консультационных служб в целом по стране очень неравномерны, в то время как, например, во Франции и Швейцарии сеть функционирует несравнимо лучше. Об этом говорят показатели общей площади посевов и организация системы реализации полученной продукции.

Газета "Bioland" как связующий орган Содружества сторонников органо-биологического земледелия в ФРГ и IFOAM — печатный орган Объединения в защиту биологических направлений сельского хозяйства широко освещают производственные и общие вопросы биологического земледелия.

Каждая организация должна иметь бюджет, доходная часть которого в Швейцарии и во Франции складывается из поступлений от реализации полученной продукции и специальных средств производства для ведения биологического хозяйства, а также из членских взносов. В органо-биологическом земледелии ФРГ такая организация дел еще не завершена, недостаток средств и отсутствующий финансовый базис для привлечения опытных консультантов осложняют распространение данного направления.

Как в биолого-динамическом, так и в органо-биологическом хозяйстве каждому фермеру выгоднее самому реализовать свою продукцию прямо "со двора", чем пользоваться услугами посредника, и он пытается организовать такую продажу. Однако, как правило, лишь через 2—4 года хозяйство приобретает репутацию, которая обеспечивает ему

возможность сбыта получаемой продукции, причем этот срок определяется и степенью удаленности фермы от рынка. Если рынок находится очень далеко или хозяйство еще не стало достаточно известным, его владелец вынужден обращаться к сбытовой фирме, которая должна быть своего рода связующим звеном между приверженцами органо-биологического направления и способствовать увеличению их числа. В первую очередь такая организация должна иметь соответствующий рынок сбыта, который действительно примет всю продукцию. Быстропортящиеся продукты, например овощи, отходят при этом на второй план, основное место занимают зерно, картофель, корнеплоды наряду с мясом (охлажденным) и яйцами. Организация заготовок, переработки и продажи продукции — это, по-видимому, одна из важнейших проблем органо-биологического земледелия, которая пока решается главным образом за счет разных пожертвований и отчасти за счет членских взносов.

В ФРГ существующий для продукции органо-биологического земледелия рынок сбыта пока плохо снабжается, о чем говорит импорт пшеницы Деметра из Австралии. К сожалению, в сельскохозяйственном производстве этот факт, видимо, еще не принят к сведению, хотя любая отрасль индустрии реагировала бы в подобной ситуации гораздо раньше и совсем по-иному.

Не менее важная проблема — это, очевидно, консультирование в области земледелия и животноводства, особенно в период перестройки, которая в зависимости от условий может продолжаться от двух до пяти лет. Чтобы тщательно разработать план перестройки, базирующийся на эколого-биологическом анализе хозяйства (см. приложение, стр. 193), консультант подробно изучает данные о почвах и климате, предысторию всего хозяйства, а затем, выделив еще два-три дня, составляет план перестройки для каждого отдельного поля. Далее хозяйство целиком переводится на новую систему.

Хорошие консультанты, к сожалению, все время заняты на различных конференциях и совещаниях. Поэтому некоторые фермеры отказываются от всяческих новшеств уже через один—три года, в то время как находчивый предприниматель за 5—10 лет пробной работы создает свою собственную систему хозяйствования. Для этого ему нужно проявить недюжинный характер или же просто быть человеком, которому хотелось бы действовать не так, как все, и доказать, что он способен на это. Однако и такие фермеры в первую очередь ориентируются на рынок. Цены на зерно из биологического хозяйства в наши дни гораздо выше, чем на традиционно выращиваемую пшеницу или рожь. Поэтому в хозяйствах нового направления также делаются попытки увеличивать площади под зерновыми, причем в той мере, которая, собственно, недопустима для биологически ориентированного севооборота. Фермеры начинают искать компромисс между максимальной, но еще допустимой долей зерновых и минимально необходимой (для подавления сорняков и накоп-

пения азота в почве) долей пропашных культур. В результате через несколько лет резко обостряются проблемы засоренности и потеря урожая.

Органо-биологическое направление исключает закупку минеральных азотных удобрений, в том числе мочевины, и применение синтезированных пестицидов. Однако контроль за производством, ежегодная проверка получаемой продукции, а иногда и "лишение прав", подобно осуществляемым в биолого-динамических хозяйствах, на органо-биологических фермах пока не проводятся. В условиях более жесткого контроля некоторые из них, безусловно, потеряли бы название биологических.

## СИСТЕМА ANOG

Эта система ближе к традиционному сельскому хозяйству, чем органо-биологическая. ANOG — Комитет по выращиванию овощей и фруктов с естественным качеством.

Основы работы ANOG — щадящая обработка почвы и внесение органических удобрений для обеспечения высокого плодородия почвы. В то же время допускается применение химических пестицидов при условии, что благодаря этому возрастает стабильность урожая и его качество. В результате границы традиционного земледелия, при котором некоторые хозяйства зернового и кормового направления, не называясь биологическими, одновременно функционируют в рамках ANOG или биолого-органического направления, оказываются перейденными. Другими словами, в пределах действия каждого из четырех основополагающих факторов (выбор участка, обработка почвы, удобрения и защита растений) существуют плавные переходы. Еще 20 лет назад, подходя к вопросу о выборе участка, фермеры проявляли гораздо более выраженное "экологическое" мышление, чем в настоящее время. Однако негативные результаты, в первую очередь одностороннего выращивания кукурузы на силос, начинают вырисовываться настолько же четко, как и при монокультуре озимых зерновых.

На вопрос о том, возможно ли вообще сельское хозяйство без применения минеральных азотных удобрений, гербицидов, инсектицидов и фунгицидов в стране с наличием от 20 до 50 % пашни, ответ будет дан в главе 19.



## 5. ПРЕДПОСЫЛКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Биологическое земледелие, подобно традиционному, требует соблюдения некоторых постоянных положений.

1. Признавать необходимость внесения замещающих минеральных удобрений, иначе, по современным данным, начнется снижение величины и качества урожаев.

2. Признавать, что не все питательные вещества метаболизируются в пределах своих "малых круговоротов", иногда они включаются и в более крупные циклы. Например, углерод в своем круговороте может быстро менять формы (от газа до ассимилята) в одном растении. Круговорот атмосферного азота — от растения и микробиологического разложения в почве вновь до атмосферного азота — может продолжаться дни, недели и даже месяцы. Наконец, круговорот фосфора и калия — эрозия почвы, оседание на дно морей, подъем морского дна и вновь поглощение этих элементов растением — растягивается на миллионы лет.

3. Признавать, что в настоящее время еще нет достаточно эффективных способов избежания эпифитотий (фитофтороз картофеля) или массового размножения насекомых (майский хрущ, саранча), и при резко возросшей плотности населения земного шара потребность в применении пестицидов для предупреждения голодных катастроф не отпадает. Ведь все экологические диспропорции в регионах прежде высоко-развитой культуры субтропиков — это совсем не "заслуга" века промышленности, а результат неправильного землепользования и влияния войн в течение десятков, сотен или тысяч лет.

Сторонники традиционного направления не должны забывать, что монокультура любого вида или сорта может привести к вспышкам размножения самых разнообразных болезней, а длительное парование способствует увеличению численности вредителей, например озимой мухи. В перспективе тысячи тонн биологически активных ядохимикатов, вносимых ежегодно и в течение многих лет, не менее губительны для окружающей среды, чем свинец выхлопных газов автомашин или мышьяк-содержащие пестициды, применявшиеся на виноградниках в прежние времена.

В качестве ответа на вопрос о предпосылках "Растениеводства без плуга" [77] можно указать, во-первых, технические предпосылки (мощность в л.с., гидравлика, посевные машины), во-вторых, химические (группы биоцидов, минеральные удобрения) и, в-третьих, биологические предпосылки (человеческий опыт и привычки, севооборот,

предшественник). Проблема трудовых ресурсов и экономики в данном случае не рассматривалась, поскольку еще предстояло выяснить, как и в какой степени новая система обработки почв и посева вписывается в общий производственный процесс.

Биологическое земледелие — гораздо более сложная система, чем, например, минимальная обработка почвы. Оно требует анализа в самых различных аспектах — народнохозяйственном и товарно-денежном, медицинском и ветеринарном, производственном и экологическом. К этому добавляются технические, биологические и химические предпосылки, так как, например, доломитовая мука или водорослевый известняк — это те же химические вещества минерального или органического происхождения, что и пиретриды — органо-химическая группа действующих веществ с инсектицидной активностью. Однако экономический аспект и в этом случае надо было бы пока исключить, поскольку цены на продукты резко меняются в зависимости от местоположения хозяйства (например, цены на зерно в ФРГ колеблются от 70 до 200 марок/ц\*, т. е. почти на 300 %). Таким образом, возможность оперирования средними ценами или другими усредненными показателями полностью отпадает.

В этой книге в первую очередь рассматриваются предпосылки функционирующих биологических систем в зависимости от конкретных экологических условий. При этом мы совсем не предлагаем возврат в средневековье; чтобы посевы зерновых были чистыми от сорняков и давали высокие урожаи, мотыга не нужна.

Можно указать две причины, по которым биологическое выращивание сахарной свеклы или рапса в настоящее время не практикуется: это отсутствие рынка сбыта для получаемой таким путем продукции или же слишком большие затраты труда на уход за посевами сахарной свеклы. Есть и еще одна вполне реальная причина, а именно отсутствие промышленности, позволяющей отдельно перерабатывать сравнительно небольшое количество "биологического" рапса и традиционно выращиваемый. Нет (пока) спроса и на биологически выращиваемый пивоваренный ячмень.

Зная все существующие проблемы, попытаемся все же свести воедино некоторые предпосылки выращивания определенных продовольственных культур биологическими методами только для того, чтобы еще раз подчеркнуть следующее: *для функционирования новой системы необходимо не одно, а множество предварительных условий.*

---

\* По курсу Госбанка СССР на 20.08.88 100 марок ФРГ равны 33 руб. 55 коп. — Прим. пер.

## ПРЕДПОСЫЛКИ АКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

1. В развитых странах — неприемлемо высокий уровень применения биоцидов как по экологическим, так и по экономическим оценкам, а в мелких и средних хозяйствах стран третьего мира — сравнительно слабое развитие науки и техники. В этих условиях биологические мероприятия нужны для повышения урожаев или ликвидации проблемы голода.

2. Резкое обострение проблемы остаточности биоцидов, что приводит к снижению качества воды, воздуха и продуктов питания. В результате возникает рынок сбыта для биологических продуктов питания, где на сельскохозяйственную продукцию, выращенную частично с возрастающими затратами ручного труда, устанавливаются повышенные цены.

3. Умение размышлять только системно, зная различные круговороты и возможности управления ими с помощью соответствующих агроприемов или изучая их путем приобретения нового опыта и проведения новых исследований. При этом важную роль играют не только физические круговороты в природе (вода, азот, кислород), но и биологические круговороты, например циклы развития болезней зерновых культур или вредителей и эффект краткосрочных или длительных перерывов в возделывании отдельных видов культур в севообороте.

4. Обучение практиков способам нахождения или дальнейшего развития оптимальных систем возделывания для каждой конкретной местности (хозяйства). Только при настоящем умении наблюдать и интенсивном размышлении, а также при изучении всех взаимосвязей пяти—десятилетнее экспериментирование приведет к разработке такой системы, которая будет пригодна для данного хозяйства на долгие годы. К тому же при всей толерантности и уважении к мнению других нельзя забывать о естественно-научной основе и уроках прошлого (массовое размножение вредителей, эпидемии чумы и холеры).

5. Наличие определенной техники, в частности:

- для направленной подкормки бесподстилочным навозом;
- для обработки почвы как способа подавления сорняков (мульчирование);
- для приготовления силоса из бобовых;
- для огневой культивации или механической борьбы с сорняками (специальные сетчатые бороны).

6. Биолого-экологический анализ хозяйственной деятельности предприятия или производственное планирование, осуществленные экспертами (2—3 дня на хозяйство). В основе каждого планирования лежат:

- выбор видов культур, наиболее соответствующих условиям данной местности;
- разработка соответствующего этому выбору севооборота с разнообразными (от трех до шести) целями;

- целенаправленное возделывание промежуточных культур с учетом основных культур севооборота;
- проведение обработок почвы в строгом соответствии с чередованием основных и промежуточных культур в севообороте (в зависимости от севооборота — только оборот пласта, только глубокое рыхление, только плоское мульчирование и перемешивание или комбинирование этих приемов в разных сочетаниях);
- баланс питательных веществ для хозяйства в целом и для отдельных полей, баланс трансформации и вытекающая отсюда необходимость во внесении удобрений — органических или (иногда) минеральных, например доломитовой муки.

Из двух-трех альтернативных возможностей или предложений таких биолого-экологических разработок для хозяйства можно выбрать тот вариант, который отвечал бы хозяйственно-экономическим запросам в наибольшей степени.

До настоящего времени все шло наоборот. Вначале учитывалось, какая культура дает наивысший доход при данном или (возможно) достижимом уровне продуктивности, недоступном многим хозяйствам. Затем на основе этих показателей фермер выращивал те или иные культуры в определенном чередовании, применяя по мере необходимости химические меры борьбы с болезнями и вредителями, правда, отчасти с задней мыслью: посмотрим, что же при этом случится за 4, 6 или 8 лет и что в результате потребует переделать или восстановить. Хозяйства велись вслепую, на сплошном доверии к цифрам.

7. Сельское хозяйство на биологической основе невозможно без химических предпосылок, и фермер должен самостоятельно решать, переходить ли ему на биологическую основу или продолжать (надолго ли?) действовать старыми методами. Ни калий, накопившийся за миллионы лет природный продукт, ни фосфор, особенно растворимые фосфаты, не являются токсичными веществами. Азотные удобрения, вносимые разумно, не представляют опасности ни для растений, ни для почвы, а качество получаемой продукции при удобрении азотом может значительно улучшиться.

Еще 50 лет назад, насколько мне известно, отравление мышьяком при обработках виноградников принималось виноградарями за профессиональную болезнь. Сегодня мы знаем, что пестициды, предназначенные для уничтожения растений, насекомых, грибов, бактерий, грызунов и т. д., токсичны для всех живых организмов и применять их нужно как можно реже, тем более что такие препараты представляют опасность для скота, полезных насекомых, дичи. Необходимость во внесении аддохимикатов появляется только при угрозе массового размножения вредных организмов, которого можно ожидать, например, в пшеничном или кукурузном поясе, при монокультуре картофеля или сахарной свеклы, т. е. в условиях предельно ограниченного чередования культур. Однако таких условий в производстве следует избегать, что исключает и земледелие, направленное только на краткосрочную, частную максимизацию доходов.

В прошлом столетии фермеры для защиты своей независимости объединялись в сельскохозяйственные союзы, в средние века боролись за нее с оружием в руках. Крестьянин всегда зависел от рынка, лишь сегодня, во всяком случае в ФРГ, где цены стабилизируются, он приобретает большую самостоятельность и гораздо меньше боится изменений на рынке сбыта. Однако у фермера появляется новый тип зависимости, например, когда он начинает выращивать кукурузу вместо клевера или люцерны и ему приходится приобретать новые средства производства, потребности в которых раньше не было. И в том, и в другом случае есть свои преимущества и недостатки (табл. 4).

Т а б л и ц а 4. Преимущества и недостатки кукурузы в сравнении с люцерной и клевером

Кукуруза		Люцерна, клевер	
преимущества	недостатки	преимущества	недостатки
Возможность выращивания ежегодно или каждый 2-й год	Засорение посевов	Механико-биологическая борьба с сорняками	Перерыв в возделывании 5-6 лет
Высокое содержание обменной энергии	Высокий расход гербицидов и минерального азота	Накопление в почве гумуса и азота	Необходимость в высоких дозах извести
Легкое консервирование	Ежегодная интенсивная обработка почвы	Биологическое рыхление подпахотного горизонта	Ежегодно 3-4 укоса
Одна уборка в год	Необходимость активного восстановления запасов гумуса в почве	Обработка почвы и внесение азота только через каждые 2 года	Частично сложности с консервированием (из-за предварительной сушки и подвяливания)
	Уплотнение и эрозия почвы	Получение белка без дополнительных затрат	
	Ежегодные закупки семян	Посев один раз в 2-3 года	

Таким образом, в целом предпосылки перевода сельского хозяйства на биологическую основу сводятся к следующему.

1. Системное мышление на несколько лет вперед с учетом всех круговоротов.
2. Тщательное взвешивание краткосрочных и длительных преимуществ и недостатков любого агроприема в таких системах и ежегодное выявление важнейших факторов при принятии решения о проведении каждого отдельного агроприема.
3. Компенсирование недостатков каждого агроприема с помощью других мероприятий в данной системе.
4. Знание биологии и экологии для достижения таких целей биологического земледелия, как связывание атмосферного азота клубенько-

выми бактериями и борьба с конкурентами культурных растений технико-биологическим путем.

5. Длительное накопление опыта на основе внимательных наблюдений, квалифицированных консультаций или учебы.

6. Наличие машин и орудий для:

- внесения органических удобрений, в том числе для их подготовки;
- технико-механической обработки почвы, ориентированной на специфические цели.

7. Интенсификация исследований.

8. Оценка соответствующих результатов опытов и правильная их интерпретация в конкретных и опосредованных системах возделывания.

Необходимость системного мышления уже ни у кого не вызывает сомнений. Оно стимулируется возникновением проблем, связанных с накоплением растительных остатков и остатков пестицидов, при составлении севооборотов, обработке почвы, в здравоохранении, при изучении биотопов. Однако анализы таких систем или хозяйствование на их основе достаточно сложны, поскольку, во-первых, между всеми мероприятиями по выращиванию культур существуют очень сложные взаимосвязи; во-вторых, отдельные параметры в этих системах требуют различной оценки; в-третьих, длительные последствия часто исследуются недостаточно полно, и, в-четвертых, возможность осуществления каких-то личных интересов фермера часто сдерживает применение им биологических агроприемов.

Сегодня едва ли найдется консультант по сельскому хозяйству, который в своей зоне обслуживания мог бы разработать системы севооборотов и подготовки почвы для комплексных или чисто растениеводческих хозяйств с различными почвами, не рекомендуя при этом внесение пестицидов или минерального азота. И все-таки эти предприятия должны нормально функционировать и быть экономически жизнеспособными. Для такого хозяйствования, с моей точки зрения, совсем не нужны выдвигаемые на первый план высокие цены. Вполне достаточны уровень цен, который позволил бы покрыть издержки, и соответствующая условиям производства техника. Машины для перебивки навоза (если его компостирование как часть системы вообще целесообразно) стоят от 30 тыс. до 60 тыс. марок ФРГ, при межхозяйственном использовании — даже на четверть или треть меньше. Ручной труд для перебивки во всяком случае не требуется, а в некоторых случаях этот процесс вообще не нужен. Что же касается механизированной обработки посевов зерновых, то с научной точки зрения потребность в ней является доказательством неправильного составления схемы севооборота в хозяйстве. Очевидно, такой фермер забыл опыт предков и не нашел своей собственной правильной, соответствующей конкретным условиям системы работы.

## 6. КРИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ ПО БИОЛОГИЧЕСКОМУ ЗЕМЛЕДЕЛИЮ

В печати постоянно появляются небольшие брошюры, цель которых — побудить фермеров к переходу на экологически направленное земледелие. Однако решившийся на этот шаг фермер не найдет в них ни предупреждений о возможных краткосрочных снижениях урожаев, ни гарантий на получение стабильных урожаев в будущем.

Рекомендуемые в некоторых работах агроприемы, часто несовместимые друг с другом [116], должны были бы удерживать каждого вдумчивого фермера от следования таким "рекомендациям". Каким образом можно, например, гарантировать точный высев семян после обработки почвы безотвальным плугом и "при максимально близком размещении высевających дисков сеялки"? Может ли фермер сам обеспечить себя семенами, если "вспашку, особенно под зерновые, проводить нельзя"? Как добиться высоких урожаев бобовых, если указывается, что для обеспечения почвы питательными веществами достаточно внести 600 кг доломитовой муки (не покрывающей выноса фосфора и калия), а сроки внесения удобрений вообще не играют роли? Попробовал бы кто-нибудь перестроить свое хозяйство, используя указания о планировании такой перестройки, которым в брошюре отведено всего 18 строк! По каким "экологическим законам" фермер может добиться равномерного и глубокого (до подпахотного слоя) пронизывания почвы корнями растений и соответственно оптимального роста культуры, если в борьбе с сорняками доминирующая роль отводится краткосрочному черному пару (без внесения гербицидов), а огневой культивации по причинам экономии энергии отводится только роль "пожарной команды"?

Четыре научных обоснования (?) перехода на биологическое земледелие не помогут ни одному практику. Не выдерживает оценки на прочность и очень общее указание на то, что из-за слишком глубокой пахоты или внесения химикатов на каждом квадратном метре почвы ежегодно погибает несколько миллионов живых организмов или сильно подавляется их активность.

В хозяйстве, где применение минеральных азотных удобрений не запланировано, необходимый небобовым культурам севооборота азот должен быть получен за счет выращивания бобовых культур. Лишь таким путем удастся поддержать баланс гумуса в почве. Источником белка, содержащегося в закупаемых биологическим хозяйством кормах, также должен быть азот, фиксированный бобовыми, а не внесен-

ный с удобрениями или минерализованный в почве, поскольку конкретная цель такого хозяйства, как уже говорилось, — это повышение, а не снижение гумусности почвы.

Какова же в этом случае "помощь", которую оказывает фермерам подобная литература о биологическом земледелии? Для примера приведем несколько балансов азота из работ, посвященных биологическому или экологическому сельскому хозяйству, но не отражающих биологически функционирующие системы, поскольку экономико-хозяйственным расчетам применительно к конкретному хозяйству должна предшествовать проверка функциональной способности биологической системы. Хозяйства с отрицательным балансом азота, где потребность зерновых в нем покрывается за счет гумуса почвы, хозяйства с комплексной системой севооборота — обработка почвы, где опытный фермер уже с первого взгляда определит, насколько посевы засорены или заражены болезнями, или хозяйства, в которых существующие балансы Р и К не обеспечат высоких урожаев бобовых на перспективу, вообще не стоит подвергать экономической оценке.

#### ПРИМЕР 1

Примером хозяйства, которое по основоположениям биологического земледелия вообще не должно функционировать, может служить ферма с севооборотом из книги Пройшена [115] "Здоровая почва — высокопроизводительное хозяйство" (табл. 5). Предлагаемый севооборот включает клевер только один раз в 10 лет, что противоречит всем (биологическим) результатам исследований о перерывах в возделывании бобовых в севооборотах и данным о самосовместимости отдельных видов клеверов и зернобобовых культур.

За счет фасоли, клеверо-злаковой смеси и промежуточных культур хозяйство получило в сумме 750 кг N, из них в почве остается в виде корневых остатков:  $50 + 100 + 120 = 270$  кг N.

Количество азота, связанное в корме, составляет:  $50 + 300 + 120 = 470$  кг N/3 га; из них около 60 % остается в навозе, а из этого количества теряется:  $288 - 88 = 200$  кг.

В целом баланс азота выглядит следующим образом:  $270 + 200$  кг =  $470$  кг/9 га (небобовых) =  $\phi$  50 кг N/кг в доступной форме для небобовых культур.

Таким образом, в балансе хозяйства 50 кг N/га идет на небобовые культуры. Это соответствует урожаю зерновых лишь в пределах 20 ц/га, т. е. учтенным в первом балансе урожаям зерновых и пропашных культур (50 ц зерна и 80—120 ц сухого вещества с 1 га) не хватает около 54 ц N/га.

Необходимость и пути ликвидации проблемы нехватки азота можно продемонстрировать еще на одном примере. Ко второму севообороту, приведенному Пройшеном [115], вообще не стоит обращаться, поскольку



Таблица 5. Баланс азота в севообороте по Пройшену [115]

Севооборот	Услов- ный уро- жай, ц/га	Поступление азота в хозяйстве (кг/га) за счет		Потери азота, кг/га	
		основ- ных культур	проме- жуточ- ных культур	прямая прода- жа про- дукции	за счет кормового использо- вания + потери в навозе
1. Озимая пшеница	50	—	—	100	—
Промежуточная куль- тура	30	—	80	—	50
2. Фасоль (25 %) + овес (75 %)	45	100	—	—	60
3. Озимый ячмень	55	—	—	130	(50)
Промежуточная куль- тура	40	—	90	—	60
4. Кормовая свекла	80	—	—	—	140
5. Озимая пшеница	50	—	—	100	—
Промежуточная куль- тура	—	—	(80)	—	50
6. Кукуруза на силос	120	—	—	—	140
7. Озимая пшеница или рожь	50	—	—	100	—
8. Картофель (корнепло- ды)	350	—	—	105	—
9. Яровой ячмень	40	—	—	—	60
10. Клеверо-злаковая тра- восмесь	125	400	—	—	200
Итого		+500	+250	-535	-760
		Σ +750		Σ -1295	

Примечание. На площади 10 га каждый гектар аккумулирует в среднем 75 кг N, выход азота с каждого гектара в среднем 129 кг. Разница — дефицит в 54 кг/га, т. е. —25 ц зерна с 1 га.

ку он не включает основные бобовые культуры, а выращивание их лишь в качестве промежуточных приводит к определенным последствиям:

— потребность в азоте при таком севообороте вообще не удовлетворяется;

— размещение озимой пшеницы по озимому ячменю, как правило, сопровождается значительными потерями урожая;

— из-за дефицита азота в посевах зерновых сравнительно хорошо развиваются подпокровные культуры (при условии достаточной обеспеченности фосфором и калием), но урожай зерна наверняка будут очень низкими — намного меньше 20 ц/га.

## ПРИМЕР 2

В книге "Альтернативные концепции 30 — экологическое земледелие как реальность" [147] дан общий расчет покрытия производственных затрат в хозяйствах разного типа (табл. 6).

Баланс азота сразу показывает, что и в приведенном примере налицо существенный дефицит этого элемента. Его можно определить по уровню урожайности различных культур, приведенному в таблице 7, как, впрочем, и потенциал продуктивности зерновых, который оказывается на 10—20 ц ниже среднего по ФРГ (на время выхода вышеупомянутой книги).

В аналогичном традиционном хозяйстве потребность в азоте, составляющая около 150 кг/га (без возделывания клевера персидского), должна полностью покрываться за счет закупки минеральных удобрений, а это приводит к недостаточному покрытию расходов, как показывают данные таблицы 6. В органо-биологическом хозяйстве, однако, при интенсивном содержании кур-несушек (это характерно для приведенного в примере хозяйства, хоть и не указано в его описании) потенциальная продуктивность зерновых зависит лишь от закупок кормов. Кормовые культуры выращивают в каком-то другом хозяйстве, внося под них удобрение, и таким образом из традиционного хозяйства в биологическое передается большое количество минеральных веществ. Биологическое хозяйство при продаже урожая несет значительные потери азота, а традиционное, как уже отмечалось, служит биологическому поставщи-

Т а б л и ц а 6. Покрытие расходов сельскохозяйственного предприятия при различных системах земледелия [ по 147]

Культура	Органо-биологическое хозяйство		Традиционное хозяйство	
	площадь, га	покрытие расходов, марок/га	площадь, га	покрытие расходов, марок/га
Озимый рапс	12	769	12	1271
Клевер персидский (промежуточная культура)	12	—77	—	—
Озимая пшеница	12	2297	12	1506
Рапс (промежуточная культура)	12	—97	12	—110
Овес	10	1682	12	756
Горох на семена	2	845	—	—
Яровой ячмень	8	1851	—	—
Озимый ячмень	4	493	6	1473
Рожь	—	—	6	1723
Всего, марок		69 994		60 252
В среднем, марок/га		1458		1255

Т а б л и ц а 7. Баланс азота в севообороте [ по 147]

Севооборот	Пло- щадь, га	Уро- жай, ц/га	Содер- жание N в мас- се уро- жая, кг/га	Выход N, кг/га	Суммарные поте- ри N, кг/га	
					при пря- мой про- даже	с корма- ми + по- тери в навозе
Озимый рапс	12	20	4,0	—	960	—
Клевер персидский (про- межуточная культура)	12	50	3,5	2100 + + 340 (корни)	—	1470
Озимая пшеница	12	50	2,0	—	1200	—
Рапс (промежуточная культура)	12	(20)	—	—	—	—
Овес	10	40	2,0	—	800	632
Горох на семена	2	20	4,0	160 + + 100 (корни)	(160)	—
Яровой ячмень	8	45	2,0	—	720	570
Озимый ячмень	4	40	2,0	—	320	252
В с е г о	48			+2700	-4610	-3884 кг
Баланс азота					-1460	-1184 кг

ком азота (с минеральными удобрениями, внесенными под кормовые культуры). В том случае, если к кормовому белку для несушек добавляется повышенный процент рыбьей муки, в общий расчет необходимо включить еще один круговорот — значительно больший и положительный, а именно круговорот питательных веществ, вынесенных в море и возвращенных с рыбой.

Рассчитанный по таблице 7 дефицит азота должен был бы содержать следующие показатели.

1. При использовании на корм овса и ячменя и при прямой продаже рапса и озимой пшеницы, а также при использовании клевера персидского на зеленое удобрение:

—1454  
—2320  
+2540

—1234 : 46 га = —31 кг N/га.

2. При использовании клевера на зеленое удобрение и прямой продаже всех зерновых:

—4160  
+2540

—1620 : 46 га = —34 кг N/га.

3. При использовании клевера, овса и ячменя на корм и прямой продаже рапса и пшеницы:

—1470  
—1454  
—2320  
+2540

—2704 : 46 га = —58 кг N/га.

Содержание скота в биологическом хозяйстве является обязательным, поэтому третий вариант вышеприведенного расчета, очевидно, наиболее приближен к практическим условиям. И в этом случае недостающее количество азота нужно или можно покрыть с помощью различных мероприятий:

- изменив чередование культур в севообороте;
- перейдя на расширенное выращивание промежуточных культур;
- за счет обязательно существующего в данном хозяйстве и неучтенного в балансе лугопастбищного угодья;
- путем закупки кормов или органического удобрения.

О первых трех возможностях речь пойдет на стр.47—49 и 59—66, четвертая рассматривается в разделе об обеспеченности культур фосфором и калием.

### ПРИМЕР 3

В качестве третьего примера приведем рассмотренный в работе "Биологическое земледелие" [110] баланс азота, который выглядит следующим образом (см. также табл. 8).

I. Запас азота в почве — 1500—9000 кг/га, степень минерализации 1—2 %, т. е. 15—225 кг/га.

II. Ежегодное поступление азота (кг/га) в нижеприведенном севообороте:

из запасов почвы	— 15—225;
связывание атмосферного азота свободноживущими бактериями	— 10—15;
с осадками	— 10—15;
с внутрихозяйственными удобрениями (в пересчете на 1 усл. гол. КРС/га, 20 % потерь)	— 60;
за счет возделывания бобовых (25 % в севообороте от 2 до 8 полей)	— 40.
Всего	— 135—355 кг/га.

III. Потребность в азоте при восьмипольном севообороте.

1. Озимая пшеница	— 120 кг/га (урожай в среднем 50 ц/га)
2. Свекла	— 250 кг/га (800 ц корнеплодов + 200 ц ботвы с 1 га)

3. Озимая пшеница	— 120 кг/га (урожай 50 ц/га)
4. Картофель	— 240 кг/га (урожай 350 ц/га)
5. Озимая пшеница	— 120 кг/га (урожай 50 ц/га)
6. Ячмень	— 120 кг/га (урожай 50 ц/га)
7/8. Клеверо-злаковая травосмесь	— 700 кг/га (116 ц сена с 1 га по сухому веществу)
<b>Всего</b>	<b>— 1670 кг N = 210 кг/га.</b>

IV. Ежегодный вынос азота + вымывание:

соответственно пункту III	— 210 кг/га;
при вымывании и денитрификации	— 20–60 кг.
<b>Всего</b>	<b>— 230–270 кг/га.</b>
V. Поступление азота соответственно пункту II	<b>— 135–360 кг/га.</b>

”Чем больше приближается хозяйство к этому показателю (360 кг N), тем меньше необходимость в закупке азота”, отмечено в указанной работе. Однако потребность в азоте соответственно пункту III составляет только 210 кг/га. Следовательно, во-первых, 360 кг азота вообще не потребуются и, во-вторых, если нужно сохранить содержание гумуса и запасы азота в почве, дефицит в размере  $210 - 120 = 90$  кг N должен быть покрыт из какого-то иного источника.

Любая потеря азота почвы приводит к снижению содержания в ней гумуса. Биологическое земледелие предусматривает в первую очередь увеличение обычно слишком низкой (в среднем 1,5–2 %) гумусности, чтобы затем обеспечить небобовые культуры достаточным количеством азота из почвы. Однако его запасы возрастают или при включении в се-

Т а б л и ц а 8. Баланс азота в севообороте [ по 110 ]

Севооборот	Поступле- ние азота, кг/га	Расход азота, кг/га	Урожай (по пункту III), ц/га	Содержание азота в массе урожая, %
1. Озимая пшеница	—	125	50	/2,5
2. Кормовая свекла	—	160+80	800+200	/0,2–0,4
3. Озимая пшеница	—	100	50	/2,0
4. Картофель	—	105	350	/0,3
5. Озимая пшеница	—	100	50	/2,0
6. Ячмень	—	113	45	/2,5
7. Клеверо-злаковая тра- восмесь	300	200**	(120)	/2,5
8. То же	400*	200**	(120)	/2,5
9. И т о г о	+700	—1183		
Баланс		—483 кг/6 га		

\* + 100 кг N в корневых остатках.

\*\* Продажа с мясом и молоком + потери в навозе.

вооборот бобовых, или при введении периода покоя почвы, т. е. в результате надо вновь восстанавливать потери гумуса.

Источниками приведенных в пункте II 60 кг азота, вносимого с навозом, в конечном счете также являются скармливаемые скоту бобовые или закупаемые корма.

В таблице 8 первый баланс приведен в таком виде, каким он должен быть по нашему мнению. Количества азота, теряющегося при вымывании и поступающего с осадками или в результате деятельности свободноживущих бактерий, уравниваются, поэтому оба показателя исключены из баланса.

Этот баланс показывает поступление азота от бобовых (700 кг/га) и потерю при продаже продукции или кормовом ее использовании (1183 кг/га, пересчитанные на 8 га без учета соломы и картофельной ботвы, которые не исключаются из круговорота, так как остаются в поле).

Поскольку травосмесь скармливается скоту, хозяйство теряет определенное количество азота с продаваемыми мясом и молоком. Если кормовую свеклу и ячмень скармливать полностью, картофель — на 25 % и пшеницу — на 10 %, хозяйство сохраняет около 30 % азота в навозе и навозной жиже. Следовательно, от размера потерь азота при хранении внутрихозяйственных удобрений будет зависеть, хватит ли его для поддержания потенциала продуктивности небобовых культур или потребуются другие источники азота (закупка удобрений).

Правильный баланс должен был бы соответствовать приведенному в таблице 9 и суммарно выглядеть следующим образом:

потребность в азоте для небобовых	—783 кг/6 га;
азот в круговороте навоза из небобовых	+147;
азот в растительных остатках бобовых	+100;
азот в круговороте навоза при скармливании бобовых	+200.
Баланс	—336 кг/6 га = = —56 кг/га = = ~ 20 ц/га (зерно).

Следовательно, урожай в таком хозяйстве, если исходить из общего баланса, не должны превышать 30—35 ц/га.

Какими же должны быть планы возделывания и севооборот хозяйства (см. табл. 7), чтобы баланс азота обеспечивал потенциал продуктивности зерновых, по крайней мере, в размере 55—60 ц? Если допустить наличие хорошопроницаемой почвы для выращивания картофеля, благоприятного климата для выращивания на корм клеверо-злаковой травосмеси (750—800 мм осадков, среднегодовая температура не выше 8,5 °C) и среднемощных до мощных почв под пшеницу и клевер (рН около 6,5), то баланс хозяйства должен соответствовать приведенному в таблице 10.

**Т а б л и ц а 9.** Скорректированный баланс азота в севообороте из таблицы 8 при полном или частичном скормливанием полученной продукции

Культура	Потребность в азоте (кг/га) или аккумуляция, т	Кормовое использование в хозяйстве, %	От N 30 % в навозе, кг N
Озимая пшеница	125	10	4
Кормовая свекла	240	100	72
Озимая пшеница	100	10	3
Картофель	105	25	31
Пшеница	100	10	3
Ячмень	113	100	34
Всего	-783		+147
Клеверо-злаковая смесь	+300	100	100
	<u>+300 + 100</u>	100	<u>100 + 100</u>
	+700		+300
Баланс	$\Sigma -336$ кг/6 га		$\Sigma +447$ кг

**Т а б л и ц а 10.** Примерный севооборот и баланс азота для устранения недостатков севооборота из таблицы 7

Севооборот	Поступление азота	Потери азота
1. Травосмесь (клевер луговой или гибридный, люцерна хмелевидная + тимopheевка луговая)	+300	-170 (продажа мяса и молока + потери в навозе)
2. То же (3-й укос иногда на зеленое удобрение под овес)	+400	-170
3. Овес	-	-110 (продажа)
4. Пшеница	-	-120 (продажа)
5. Кормовые бобы, горох, клевер александрийский или персидский под покров ячменя (ПК)	+200	-100 (продажа мяса и молока + потери в навозе и навозной жиже)
	+100 (ПК)	-75
6. Картофель	-	-100 (продажа)
7. Пшеница	-	-120 (продажа)
8. Кормовые бобы на зерно	+350	-225 (50 % урожая на продажу, 50 % на корм)
9. Озимый ячмень с подсевом клевера (ПК)	+50 (ПК)	-50 (скармливание в хозяйстве)
Суммарно азота	+1400	-1240

При 30 %-ных потерях азота в навозе и накоплении его в почве при выращивании бобовых создается небольшой избыток в размере 160 кг N/га, который может пойти на выравнивание потерь азота при большом количестве осадков (вымывание), плохой подготовке навоза для удобрения или при дефиците азота в результате недостаточно высоких урожаев бобовых.

Введение в данном хозяйстве, помимо полевых культур, лугопастбищных угодий — постоянных или временных — позволило бы исключить из севооборота бобовые. Указанную в таблице 10 долю бобовых (около 45 %) можно свести к нулю и при том условии, что все необходимое для пашни количество азота обеспечивается с навозом за счет многолетних кормовых угодий. Необходимое для этого соотношение пашня:лугопастбищные угодья зависит, во-первых, от продуктивности последних, во-вторых, от количества связываемого массой кормов азота в пересчете на 1 га и, в-третьих, от размера потерь азота во внутрихозяйственных удобрениях.

Если принять в качестве отправных факторов три хозяйства с 20, 50 и 80 % кормовых угодий в каждом соответственно и уровнем урожайности в пределах 70 ц/га сена, содержащего 15 % белка (около 2,5 % азота), а также 40 %-ный оборот азота из кормов с этих угодий (навоз, вносимый на пашне), то баланс в пересчете на 10 га будет следующим.

**Х о з я й с т в о I.** Кормовые угодья: 2 га ( $2 \text{ га} \times 70 \text{ ц} \times 2,5 \% \text{ N}$ ) = + 350 кг N — 210 кг N (потери за счет продажи и в навозе). Пашня: 8 га ( $8 \times 1 \text{ га}$ ).

1. Клеверо-злаковая травосмесь	+300—170
2. То же	+400—170
3. Овес	—120
4. Пшеница	—120
5. Кормовые бобы на зерно	+300—200
6. Пшеница	—120
7. Рожь	—100
8. Яровой ячмень	—100

**И т о г о:** +1350 кг N — 1310 кг N.

Следовательно, при доле кормовых угодий 20 % доля бобовых на пашне должна составлять 37,5 %.

**Х о з я й с т в о II.** Кормовые угодья: 5 га ( $5 \times 70 \text{ ц} \times 2,5 \% \text{ N}$ ) = +875 кг N — 525 кг N (потери в навозе, продажа продукции, скармливание). Пашня: 5 га ( $6 \times 0,7 \text{ га}$  и  $1 \times 0,8 \text{ га}$ ).

1. Клеверо-злаковая травосмесь	+280—115
2. Картофель (0,8 га)	—80
3. Пшеница	—70
+ зеленое удобрение	+50
4. Овес	—50
5. Кормовая свекла	—110
6. Пшеница	—85
7. Яровой ячмень с подсевом клевера	—55

**И т о г о:** +1205 кг N — 1090 кг N.

Доля бобовых как основной культуры на пашне составляет в этой ротации 14 %. Ее можно сократить еще больше, если, помимо накопления



азота +115 кг, в почву поступает какое-то дополнительное его количество от зеленого удобрения. Однако при замене клеверо-злаковой смеси сидеральной культурой после овса и пшеницы возрастет опасность размножения сорняков.

Х о з я й с т в о III. Кормовое угодье: 8 га ( $8 \times 70 \text{ ц} \times 2,5 \% \text{ N}$ ) = +1400 кг N – 885 кг N. Пашня: 2 га ( $4 \times 0,5 \text{ га}$ ).

1. Озимая пшеница	–60
+ сидеральная культура	+70
2. Яровой ячмень	–40
3. Озимая рожь	–50
+ сидеральная культура	+70
4. Овес	–40

И т о г о: +1540 кг N–1072 кг N.

Доля основных бобовых культур в этом севообороте равна нулю. При таком варианте в хозяйстве могли бы даже отвести под пашню дополнительные площади и удобрить их навозом (т. е. внести азот, полученный с кормовых угодий) или же повысить дозы навоза на кормовых угодьях и соответственно обеспечить прирост урожаев на пашне.

И кормовые угодья, и полевые культуры, и, естественно, сидераты предоставляют большие возможности для комбинирования. Если в каждом из вышеприведенных примеров предусматривается внесение зеленого удобрения, то в чистых севооборотах (без бобовых) сидератом может быть только бобовая, а в севообороте с бобовыми – любая другая, предпочтительно крестоцветная или аналогичная ей культура. По Расселу [127, 128], на каждом гектаре кормовых угодий ежегодно накапливается 50–90 кг азота в гумусе, т. е. многолетнее кормовое угодье – это, как правило, "неиспользуемая копилка". Поэтому при каждой возможности следовало бы чередовать покой почвы (кормовое угодье) и ее обработку и таким образом использовать накапливающиеся запасы гумуса и соответственно азота для повышения урожайности полевых культур. Почвы, страдающие от запыления, нужно обрабатывать предельно осторожно, отдавая предпочтение минимальному или нулевому варианту. Поскольку в биологическом хозяйстве исключается уничтожение травостоя перед посевом зерновых с помощью биоцидов, желательно проводить посев сеялкой в комбинации с фрезой, преимущественно противорезущей\*.

---

\* Фреза с вращением барабана в сторону, обратную поступательному движению агрегата. – *Прим. пер.*

## 7. ЗАЧЕМ НУЖЕН СКОТ В БИОЛОГИЧЕСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ?

В биолого-динамических хозяйствах качество получаемой продукции не соответствует показателям Деметра.

Опытное хозяйство университета Хознхайм вначале должно было быть чисто растениеводческим, поскольку, по нашему мнению, данных о комплексных предприятиях биолого-динамического направления накопилось достаточно, а интерес к биологическому земледелию без содержания скота был очень велик. Однако не только вышеприведенная причина побудила нас к изменению направленности хозяйства. Нужно было получить ответ на вопрос, зачем вообще необходим скот в хозяйствах биолого-динамического направления. На основе размышлений и экспериментов мы пришли к следующим выводам.

1. Наличие скота обуславливает хотя бы частичные внутрихозяйственные круговороты веществ, в то время как в чисто растениеводческих хозяйствах питательные вещества целиком уходят с продаваемой продукцией. Следовательно, резервы питательных веществ в хозяйстве будут истощаться медленнее при скормливание скоту всей или большей части растительной продукции.

2. Дополнительная закупка кормов означает приобретение минеральных веществ, за счет чего полностью компенсируются их потери при продаже урожая.

3. В конкретных почвенных и климатических условиях (имеется в виду экспериментальный участок) длительное использование пахотных земель без периода покоя почвы, т. е. без двух- или трехлетней культуры клевера, невозможно.

4. Полевое кормопроизводство становится рациональным только при внутрихозяйственной реализации кормов.

5. Навоз крупного рогатого скота как один из определяющих факторов биолого-динамического земледелия (свежий навоз, сухой коровяк) должен быть только внутрихозяйственного происхождения.

6. За счет внутрихозяйственного использования собственных кормов могут возрасти прямые доходы. Следовательно, содержание скота в биологическом хозяйстве оправдано как эколого-биологически, так и экономически.

Небольшие фермы не могут не считаться с доходами от содержания скота. Что же касается хозяйств с угодьями площадью более 30—40 га, то при ценах на "биологическое" зерно от 100 до 200 марок ФРГ за

центнер они в состоянии не только повысить среднюю урожайность, но и отказаться от кормовых бобовых как источника доходов, введя вместо них, например, однолетнюю клеверо-злаковую травосмесь (зеленый пар). Если в результате такого агроприема урожайность двух-трех видов зерновых, следующих за травосмесью, возрастет на 20—30 %, получаемые прибавки компенсируют большую часть потерь, связанных с введением зеленого пара.

При чисто растениеводческом ведении хозяйства возникает необходимость в альтернативных мерах, сглаживающих эффект отказа от содержания скота. Потребуется изменения севооборот, а поступление питательных веществ из навоза или за счет кормов должно быть компенсировано другими путями.

Вместо одно-, двухлетнего выращивания на корм клевера или люцерны с типичным для этих культур последствием (аккумуляция углерода и азота, рыхление пахотного и подпахотного горизонта, борьба с сорняками, подавление вредителей и болезней следующей зерновой культуры) возможны следующие варианты.

#### I. Выращивание бобовых культур на семена:

- зернобобовые (кормовые бобы на влажных и плохо прогреваемых участках, горох и люпин на более теплых участках, соя на сухих теплых участках и мощных почвах);
- кормовые бобовые (виды клевера или люцерны — только на теплых и сухих почвах).

#### II. Выращивание бобовых культур для кормового использования:

- кормовые бобовые на сено (для продажи);
- зернобобовые или кормовые бобовые на силос (для продажи).

#### III. Выращивание бобовых на зеленое удобрение:

- кормовые бобовые (мульчирование при частых укосах);
- зернобобовые (мульчирование при однократном срезе).

Каждый из этих вариантов имеет следующие положительные и отрицательные стороны.

*При выращивании бобовых на семена:* доход за счет продажи (+), но возможность размножения обсеменяющихся сорняков и потери азота при продаже продукции (—).

*При выращивании бобовых на корма:* доход за счет продажи (+), подавление поздноцветущих обсеменяющихся сорняков (+), но разрастание раноцветущих сорняков (—), необходимость заключения договоров на продажу силоса или зеленой массы на силос (—) и потеря азота при продаже продукции (—).

*При выращивании клевера и люцерны на зеленое удобрение:* сохранение в хозяйстве или на поле всего количества связанного азота (+), проведение укосов при появлении опасных сорняков (+), частичный отказ от измельчения стеблевой массы (+) и использование отрастающей отавы сидератов после 1-го, 2-го или 3-го укоса для удобрения других полей, т. е. накопление гумуса (+), но ранняя минерализация веществ,

поступающих в почву после 1-го укоса, т. е. возможные потери азота (—), и необходимость в проведении укосов повторно (—).

*При выращивании зернобобовых (кормовые бобы, люпин, горох) на зеленое удобрение:* сохранение в хозяйстве (на поле) всего связанного азота (+), однократная уборка большого количества зеленой массы (+), длительное накопление гумуса (+), но необходимость измельчения стареющей стеблевой массы крупных растений (—), возможно обсеменение сорняков (—) и высокие затраты на посев зернобобовых (—).

Бобовые культуры связывают атмосферный азот, но фосфор, калий и кальций в почву не поступают. Поэтому биологическое хозяйство встает перед проблемой пополнения запасов этих питательных элементов путем закупки фосфатов, доломитовой муки, муки из водорослей, томасшлака, а также различного рода отходов. Потребность растений в питательных веществах за счет почвы будет удовлетворяться в течение ряда лет лишь при достаточных их резервах в нижних горизонтах.

Поскольку доломитовая мука обычно содержит очень небольшой процент калия, использование только этого удобрения приводит к дефициту калия в почве. Если же для обеспечения растений фосфором, калием и кальцием применять различные органические отходы, например роговую стружку, клещевинный шрот, свиную щетину или кровяную муку, то в пересчете на действующую единицу такое удобрение окажется в 2—10 раз дороже минеральных.

Добавление калийных солей в компост или подкормки культур-сидератов для ликвидации дефицита калия позволяют частично избежать нежелательного в биолого-динамическом хозяйстве удобрения продовольственных культур легкорастворимыми солями.

## 8. ПЛАНИРОВАНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ХОЗЯЙСТВА

В этой главе мы попытаемся составить план ведения хозяйства на биологической основе, т. е. без применения минеральных азотных удобрений и синтезированных пестицидов. Затем, основываясь на конкретной доле каждой культуры в севообороте и запланированных агроприемах, попробуем выявить следующее: при каких экологических данных, хозяйственных или традиционных взаимосвязях, плотности населения с потребностью в самообеспечении продуктами питания (развивающиеся страны) или в их импорте (индустриальные страны) будет целесообразным полный или частичный переход на то или иное биологическое направление.

Цены и затраты — показатели не постоянные, причем под давлением спроса и предложения цены меняются по годам и в зависимости от местности (например, для пшеницы, получаемой в биологических хозяйствах ФРГ, — от 70 до 200 марок/ц). Поэтому мы будем рассматривать экономические расчеты пока как факторы второстепенного значения. В развитых странах, естественно, расчеты играют большую роль, чем в

Т а б л и ц а 11. Численность видов скота, имеющих значение как продуценты навоза (данные по ФРГ на 1974 г.)

Вид скота	Всего голов	Коэффициент пересчета на условную голову	Всего условных голов	Содержание в помещении, дни	Количество стойлового навоза на 1 условную голову в год, ц
Лошади	325 000	—	292 600	180	60
В том числе:					
$\frac{1}{3}$ молодняка	108 000	0,70			
$\frac{2}{3}$ взрослых	217 000	1,00			
Крупный рогатый скот	14 420 000		12 977 900	180	55
В том числе:					
$\frac{1}{3}$ молодняка	4 806 000	0,7			
$\frac{2}{3}$ взрослого скота	9 613 000	1,00			

Вид скота	Всего голов	Коэффициент пересчета на условную голову	Всего условных голов	Содержание в помещении, дни	Количество стойлового навоза на 1 условную голову в год, ц
Овцы	1 040 000		86 650	150	46
В том числе:					
1/3 ягнят	347 000	0,05			
2/3 овец	693 000	0,10			
Свиньи	20 213 000	0,20	4 042 600	365	110
Птица	90 801 000	0,004	363 204	365	110
Итого			17 762 954		
			17 763 000		φ 69*

\* На 1 усл. гол/год (весовой показатель) или в среднем 110 ц/усл. гол/год с 0,6 % N при круглогодичном содержании в помещении.

развивающихся, где фермеры очень редко обладают финансами для приобретения средств, помогающих повысить урожайность, и вынуждены чаще использовать биологические меры связывания атмосферного азота и защиту растений с помощью правильного чередования культур.

В условиях Центральной Европы более активная трансформация органического удобрения (бесподстилочный навоз) или минеральных удобрений в конечный урожай и сокращающееся применение химических средств защиты растений следует рассматривать как важнейшие причины необходимости перехода на биологическое сельское хозяйство — исходя и из экологических предпосылок (загрязнение окружающей среды) и из экономических соображений (экономия средств). В экономически слабых развивающихся странах, где используется тягловая сила скота, возделывание бобовых совершенно необходимо как для биологической обработки почвы с последующей более легкой подготовкой семенного ложа, так и для решения двух проблем — накопления в почве азота и улучшения водного режима почвы.

Планирование хозяйства на биологической основе следует начинать не с расчетов потребности в навозе, а с составления баланса азота. Крупный рогатый скот, свиньи, овцы, птица не связывают атмосферный азот, следовательно, проверка возможностей и пределов биологического земледелия по расчетам потребностей в навозе — это неверный подход (табл. 11 и 12).

**Т а б л и ц а 12.** Потребность в навозе при удобрении сельскохозяйственных угодий ФРГ только стойловым навозом

Показатель	Усл. гол/ га в сред- нем по стра- не	Еже- год- ное коли- чество стой- лово- го на- воза на 1 усл. гол.	Сред- нее ко- личе- ство стой- лово- го на- воза от 1,33 усл. гол.	Полу- чае- мое коли- чест- во азо- та, кг/ усл. гол.	Эф- фек- тивное коли- чество N, кг/ 100 ц пере- вшего шта- бель- ного навоза	Пот- ребное коли- чество N из пере- вшего шта- бель- ного наво- за	При- бав- ка СВ/га за счет вне- сения наво- за, %*	Пот- ребное коли- чество навоза для удоб- рения азотом по п. 6, ц/га	Пот- ребное пого- ловье скота на 1 га для по- луче- ния на- воза по п.8
------------	---	--	---	--	--	---	--	---	--

*Круглогодичное  
содержание в по-  
мещении*

А. От всего ско- та	1,33	110	146,3	66,0	60	60	30	110	0,91
Б. Повышение доз стойлово- го навоза	1,33	110	146,3		36	67	20	111	1,01
В. Суммарно пп. А и Б**	1,33	110	146,3			127	50	211	1,92

*Содержание в по-  
мещении 6 мес*

Г. Лошади, КРС, овцы (свиньи и пти- ца — кругло- годишно)	1,33	68,7	91,4	41,0	60	60	30	100	1,46
Д. Повышение доз стойлово- го навоза при содержании, как в п.Г	1,33	68,7	91,4		36	67	20	111	1,62
Е. Суммарно пп. Г и Д**	1,33	68,7	91,4			127	50	211	3,08

\* Удобрение минеральным азотом 100 %, без минерального азота 50 %.

\*\* Удобрение навозом для получения такого же урожая СВ, как при внесе-  
нии 60 кг/га минерального азота.

Кроме того, в определенных условиях удобрение стойловым наво-  
зом может сопровождаться многолетними снижениями урожаев  
(табл. 13).

Т а б л и ц а 13. Урожайность картофеля при внесении навоза и без него (по данным 20-летнего опыта, Швабская Юра, 700 м над уровнем моря)

В среднем по годам опыта	Урожай, ц/га		Прибавка за счет навоза
	без навоза	с навозом	
1956–1959	337,7	326,7	–11,0
1960–1964	210,7	221,2	+10,5
1966–1970	310,8	332,3	+21,5
1971–1975	282,9	308,0	+25,1

## РАЗЪЯСНЕНИЯ К ТАБЛИЦАМ 11 И 12 И К РИСУНКАМ 4 И 5

Планирование биологического хозяйства на основе потребностей в стойловом навозе сопровождается многолетними снижениями урожаев по двум причинам.

1. Как известно из литературных данных, эффективность азота стойлового навоза по сравнению с азотом минеральных удобрений составляет для озимых зерновых только 10–35 %, яровых зерновых – 20–40, кормовой свеклы – 30–50 и для картофеля и кукурузы – от 60 до 100 %. В неблагоприятных климатических условиях внесение стойлового навоза приводит даже к многолетним снижениям урожаев, поскольку азот используется, по-видимому, не растениями, а почвенными микроорганизмами (см. табл. 13) или вообще не минерализуется.

Для удовлетворения потребностей пшеницы в азоте, получения 60 ц зерна с 1 га и при использовании только 33 % органического азота нужно внести 900 ц/га навоза при условии, что он содержит 0,5 % N. Если в хозяйстве такого количества навоза нет, фермер пытается минерализовать более 33 % азота навоза путем боронования озимых или мобилизовать из резервов почвы азот от прежде внесенных удобрений. Естественно, что это сделать легче при выращивании картофеля, а не озимых или яровых зерновых, так как картофель позволяет проводить более интенсивную обработку почвы.

Далее, чтобы получить высокие урожаи бобовых, нужно не только обеспечить их фосфором и калием, но и повысить дозы стойлового навоза. Этим обуславливается физическое и биологическое оздоровление почвы и хорошее формирование зерна (рис. 4).

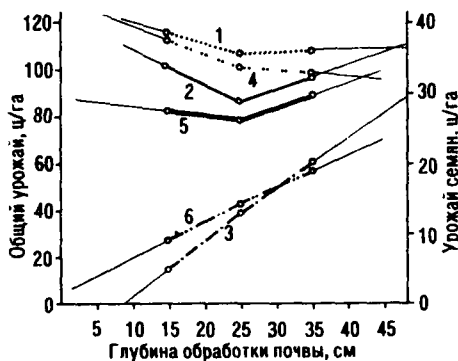


Рис. 4. Урожай кормовых бобов при разных способах выращивания (по Глимероту, 1952):

1 — урожай зерна при внесении 785 ц/га навоза; 2 — то же, 393 ц/га; 3 — то же, без навоза; 4 — общий урожай при внесении 785 ц/га навоза; 5 — то же, 393 ц/га; 6 — то же, без навоза.



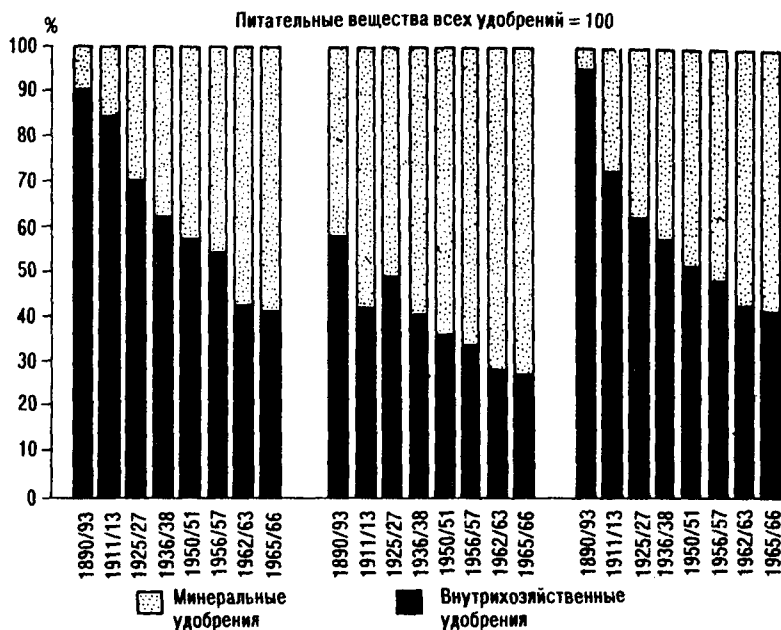


Рис. 5. Обеспеченность почв ФРГ питательными веществами (процентное соотношение минеральных и внутрихозяйственных удобрений).

2. Животные, дающие навоз, не связывают азот воздуха. Следовательно, статистические данные относительно органического азота, приведенные на рисунке 5, не вполне соответствуют действительности. При незначительных закупках кормов азот может быть получен только за счет возделывания бобовых. (Это доказываются и данными за период 1939–1946 гг. в Германии. Фермер в то время был обязан сдавать с 1 га 30 ц зерна, 1000 л молока и 100 кг мяса. При дозах азотных минеральных удобрений 30 кг/га ему приходилось для получения 20 ц зерна и всей животноводческой продукции использовать азот бобовых. Вносимого с удобрениями количества азота (30 кг/га) хватало, как правило, только для 10–12 ц зерна при условии, что этот азот на 80 % трансформировался в урожай зерна и соломы. Тот, кто не понимал, что выращивание бобовых культур позволяет связывать достаточное количество атмосферного азота, оказался к 1945 г. перед угрозой разорения.)

Составление баланса азота предполагает знание азотфиксирующей способности каждой бобовой культуры или сорта в пересчете на гектар в данной местности. В климатических условиях Центральной Европы показатели связывания азота колеблются от 0 до 500–600 кг N/га/год. В тропиках и субтропиках при круглогодичной вегетации растений и наличии возможностей для поливов эти показатели могут быть гораздо выше (например, при 10–12 укосах люцерны).

Таким образом, первый источник снабжения растений азотом — это бобовые. В Хознхайме (400 м над уровнем

моря, среднегодовая температура 8,5 °С, среднегодовое количество осадков 750 мм, парабуроземы) белый люпин (табл. 14) накапливает ежегодно до 540 кг N/га. В регионе Швабской Юры (700 м над уров-

Т а б л и ц а 14. Содержание азота в стеблях и корнях различных бобовых растений (условия Хознхайма) [по 68]

Культура	Сырое волокно, %	Содержание азота, кг/га		Суммарно, кг N/га
		в стеблях	в корнях и стерне	
Зернобобовые, уборка 28.08.80				
Белый люпин	36,8	448	93	542
Синий люпин	39,4	429	73	502
Желтый люпин	32,4	213	86	298
Кормовые бобы				
Герра	25,1	320	57	377
Миника	41,6	300	52	352
Феликс	37,2	192	62	254
Герц Фрея	31,0	168	63	231
Кормовой горох (уборка 14.08)	32,2	291	40	330
Чина	36,9	273	24	297
Яровая вика	37,2	238	36	275
Соя	22,7	178	31	209

*Продолжение*

Культура	Сырое волокно, %	Содержание азота, кг/га		Суммарно, кг N/га
		в стеблях	в корнях и стерне	

<i>Кормовые бобовые, 1-й год выращивания</i>				
Клевер луговой (1)		381	118,4	499,7
Сераделла (2)		289	77,0	366,9
Клевер александрийский (2)		412	125,1	537,1
Клевер персидский (1)		402	123,1	524,7
Клевер шведский (1)		303	173,1	475,6
Клевер белый (1)		322	130,5	452,2
Люцерна местная (2)		469	156,5	625,1
Люцерна из Саудовской Аравии (2)		346	166,4	512,0
Люцерна хмелевидная (1)		332	132,2	464,0
Язвенник многолетний (3)		209	143,1	352,5
Эспарцет (3)		184	140,4	324,8
Клевер инкарнатный (4)		210	88,2	259,1

П р и м е ч а н и е. (1) – укосы 20.07, 5.09, 10.10; (2) – укосы 15.07, 8.08, 5.09, 10.10; (3) – укосы 5.09 и 10.10; (4) – укосы 15.07 и 8.08.80.

Т а б л и ц а 15. Содержание азота в надземной массе бобовых (условия Швабской Юры) [ по 68 ]

Культура	N, кг/га	СВ, ц/га
<i>Зернобобовые</i>		
Кормовые бобы мелкосемянные	449	120
То же, крупносемянные	391	185
Кормовой горох	288	123
То же, посев на 2 нед позже	233	113
Люпин белый безалкалоидный	108	67
Люпин синий горький	102	72
Люпин желтый безалкалоидный	31	23
Яровая вика	35	9
Чина	36	12
<i>Кормовые бобовые</i>		
Люцерна хмелевидная	214	79
Клевер инкарнатный	181	90
Клевер шведский	165	71
Клевер белый	150	52
Донник белый	149	55
Люцерна	140	48
Клевер александрийский	126	49
Клевер луговой	120	40
Клевер персидский	117	50
Эспарцет	96	56
Язвенник многолетний	67	25
Сераделла	33	25

нем моря, среднегодовая температура 6,2 °С, количество осадков 760 мм, парарендзины) белый люпин аккумулирует только 108 кг N, а желтый люпин — практически ничего (табл. 15).

Запаздывание с посевом кормового гороха на две недели привело бы в районе Швабской Юры к накоплению лишь 230 кг азота вместо 288 кг; в Хознхайме потери азота, связываемого бобовыми, были бы еще больше.

Следовательно, нужно выбирать те виды основных бобовых и способы их выращивания, которые соответствуют конкретным условиям (табл. 16), а при включении в севооборот промежуточных культур — виды, которые хорошо развиваются под покровом или при пожнивном посеве и аккумулируют стабильно высокие количества азота. В засушливых условиях поживный посев яровой вики обеспечивает до 40 ц сухого вещества урожая и связывание еще 120—140 кг N/га после уборки зерновых. Этим гарантируется снабжение азотом следующей культуры — овса. Кормовые бобы в аналогичных условиях дают не более 10—15 ц/га сухого вещества и 30—60 кг N/га, и при отсутствии других ис-

**Т а б л и ц а 16.** Урожай трехлетних травосмесей, выращиваемых в качестве основных культур севооборота, и содержание азота в сухом веществе трав

Травосмесь	СВ, ц/га			N, кг/га		
	год использования					
	1-й	2-й	3-й	1-й	2-й	3-й
Люцерна + эспарцет	112	115	73	292	295	167
Клевер луговой + смесь злаков	148	108	75	340	237	157
Клеверо-злаковая + разнотравье	151	131	76	370	308	167

точников азота урожай следующих за бобами зерновых не превышают 10–25 ц/га.

Таким образом, при составлении баланса азота нужно предпринять следующие шаги.

**1. Установить поступление азота:**

- аккумуляция в надземной и подземной массе бобовых;
- поступление с закупленными кормами (плюс РК, Са, Mg);
- накопление в почве или соломе, а также в закупленных материалах;

**2. Установить потери азота:**

- с минеральными веществами при продаже растительной продукции;
- с минеральными веществами при продаже продуктов животноводства (молоко, мясо, яйца);
- во внутрихозяйственных органических удобрениях (от 20 до 90 % в зависимости от способа подготовки навоза);
- в результате денитрификации и вымывания.

**Т а б л и ц а 17.** Баланс азота в хозяйстве зернового и свекловодческого направления без содержания скота (не может рассматриваться как биологическое)

Культура	Урожай, ц/га	+N, кг/га	–N, кг/га
Сахарная свекла	500	–	100
Озимая пшеница	70	–	154
Озимый ячмень	70	–	154
Озимый ячмень	60	–	132
(яровая вика на зеленое удобрение)	–	80	–
Итого:		+80 кг/4 га = = +20 кг/га	–540 кг/4 га = = –135 кг/га

Т а б л и ц а 18. Баланс азота в хозяйстве зернового и кормового направления

Культура	Урожай, ц/га	+N, кг/га	-N, кг/га
Кукуруза	60	—	130
Озимая пшеница	55	—	120
(бобовые как промежуточ- ная культура)	—	80	—
Овес	50	—	100
Клевер луговой	120	400	150*
Пшеница	55	—	120
(бобовые как промежуточ- ная культура)	—	80	—
Яровой ячмень	45	—	100
(бобовые как промежуточ- ная культура)	—	80	—
Итого:		+640 кг/6 га = = +107 кг/га	-690 кг/6 га = = -115 кг/га

\* Продажа молока, потери в навозе.

На примере нижеприведенных данных (табл. 17 и 18) показаны перерасчеты азота на белок и наоборот с использованием фактора 6 (12 % белка = 2 % азота).

В соответствии с данными таблицы 17 хозяйство зернового и свекловичного направления при ежегодном использовании 70 % азота должно (также ежегодно) докупать 164 кг N/га в виде минеральных удобрений, лишь при этом оно достигнет приемлемых урожаев. В качестве биологического такое хозяйство вынуждено было бы содержать большое число голов скота с соответствующей закупкой кормов, а навоз готовить очень осторожно, чтобы потери азота были минимальными.

Хозяйству с выращиванием зерновых и кормовых культур (см. табл. 18) при переходе на биологическое направление пришлось бы закупать корма или органические удобрения, чтобы покрыть дефицит азота в размере 8 кг/га и добиться нужных урожаев небобовых культур.

При доле кормовых бобовых в общей площади угодий 16,6 %, или  $\frac{1}{6}$  площади пашни, 33 % пашни должно быть отведено под бобовые на зеленое удобрение.

В таблице 19 приведен баланс азота для смешанного хозяйства (кормовые, пропашные, зерновые культуры). Он показывает, что дан-

**Т а б л и ц а 19. Баланс азота в хозяйстве с выращиванием кормовых, пропашных и зерновых культур**

Культура	+N, кг/га	-N, кг/га
Травосмесь с клевером или люцерной	300	150
То же	400	150
Картофель, морковь, столовая свекла	—	100
Пшеница	—	120
Кормовые бобы на силос	350	160
(повторная культура на зеленое удобрение)	100	—
Овес	—	110
Пшеница	—	120
И т о г о:	+1150 кг/7 га = = +164 кг/га	-910 кг/7 га = = -130 кг/га

ное хозяйство полностью обеспечивает себя азотом, т. е. он не является лимитирующим фактором. Избыток в сумме 240 кг N/га, или 60 кг/га при пересчете на 4 га небобовых, может способствовать накоплению гумуса или использоваться на получение более высоких, чем предусмотрено данным балансом, урожаев зерновых.

Доля кормовых бобовых от общей площади угодий составляет около 43 %. При данном или аналогичном севообороте, но иных климатических условиях, возделывании бобовых как промежуточных культур или отказе от них, правильной подготовке навоза, исключающей большие потери азота, а также при прямой продаже зерна или его скармливании баланс азота может быть и положительным, и отрицательным (табл. 20).

В неблагоприятных климатических условиях (горные районы, 2000—2500 м над уровнем моря) при наличии очень высоких цен на зерно и необходимости в дополнительных закупках фосфатов, муки из водорослей, доломитовой муки, а также содержащих калий отходов, отказ от возделывания зерновых на продажу или от кормового использования бобовых позволит оставить  $\frac{1}{3}$  угодий под зеленый пар (однолетняя клеверо-злаковая травосмесь). Этим обеспечится (при необходимости) проведение раннего сева пшеницы, чистый от сорняков стеблестой и высокие урожаи зерна (табл. 21).

В данном случае часть зеленой массы однолетней травосмеси следовало бы использовать на удобрение почвы под рожь, поскольку заделка всей зеленой массы (кормовые бобы, клевер персидский) приведет к избыточному снабжению пшеницы азотом и, как следствие, к его потерям. Лучше было бы использовать избыток азота (белок) для скармливания овцам или же после определенного периода аккумуляции, т. е.

после 1–2 ротаций, ввести в севооборот третью зерновую культуру с 1-м или 2-м укосом травосмеси на зеленое удобрение.

Такого рода традиционное зерновое хозяйство получает в среднем 40–45 ц зерна с 1 га, или 120–135 ц с 3 га в год. После введения зеленого пара урожай пшеницы и ржи достигают соответственно 60 и 50–55 ц/га, или 105–125 ц с 2 га, т. е. почти того же уровня, что и при монокультуре зерновых на площади 3 га.

Второй источник азота после возделывания бобовых — это его запасы в почве. Их можно учитывать в балансе только при чередовании покоя почвы (многолетние кормовые травосмеси, луга и пастбища) и ее использовании под пашню или же при содержании в почве

Т а б л и ц а 20. Баланс азота в зависимости от климатических и внутрихозяйственных условий

Севооборот	Продажа зерна; ПК* невозможны; высокие потери азота в навозе		Частичное скормливание зерна и ПК; возделывание ПК возможно; потери азота в навозе 60 %		Частичное скормливание зерна, ПК и картофеля; ПК целесообразны; потери азота в навозе 30 %	
	+N, кг/га	–N, кг/га	+N, кг/га	–N, кг/га	+N, кг/га	–N, кг/га
1. Клевер или люцерна	300	200	350	200	400	225
2. То же	400	200	450	200	500	225
3. Овес	–	120	–	86	–	60
4. Озимая пшеница (промежуточная бобовая культура)	–	120	–	120	–	120
	–	–	80	–	120	61
5. Картофель	–	100	–	100	–	50
6. Озимая рожь (промежуточная бобовая культура)	–	100	–	120	–	120
	–	–	120	86	150	75
7. Яровой ячмень	–	80	–	57	–	42
Итого:	700	920	1000	969	1170	978
	Поступление N с 5 га небобовых ≈ 300 кг; потребность в N для 5 га небобовых – 520 кг, дефицит азота 44 кг/га		Достаточно выравненный баланс азота: поступление N с 5 га – 600 кг, потребность в N для 5 га – 596 кг		Избыток азота 192 кг/5 га, т. е. 38 кг/га. Возможно накопление гумуса или повышение урожая	

\* ПК – промежуточные культуры.

Т а б л и ц а 21. Баланс азота в хозяйстве без содержания скота и при замене бобовых зеленым паром на  $\frac{1}{3}$  площади угодий

Севооборот	+N, кг/га	-N, кг/га
1. Зеленый пар (кормовые бобы, горох с подсевом клевера персидского)	400	—
2. Озимая пшеница	—	140
3. Озимая рожь	—	120
И т о г о:	400	280

от 5 до 8 % гумуса, из которых 1–2 % могут минерализоваться (1500–4000 кг N/га) без ущерба для структуры и пахотопригодности почвы. Однако, как правило, пашня многолетнего использования в большей или меньшей степени бедна гумусом, поэтому возникает необходимость в "двойном" связывании азота, во-первых, для повышения содержания гумуса в почве и, во-вторых, для формирования высоких урожаев.

Т р е т ь и й и с т о ч н и к а з о т а — его внутривозрастной круговорот. Связанный бобовыми, азот через корма и навоз (навозную жижу) возвращается на пашню, а затем при кормовом использовании урожая вновь включается в круговорот. Однако растительные и животноводческие продукты идут на продажу, с ними уходит белок и, следовательно, азот (рис. 6). Таким образом, за счет возделывания бобовых какое-то количество азота должно ежегодно ассимилироваться растениями из воздуха через азотфиксирующие бактерии. Нужное количество азота определяется при этом по объему продаваемой продукции и потерям за счет вымывания, ухода в атмосферу на пашне и (или) из органических удобрений, а также при приготовлении компоста.

Ч е т в е р т ы й и с т о ч н и к — азот, связываемый свободноживущими бактериями, а также какое-то количество, поступающее в почву с осадками. Однако в условиях ФРГ, где поглощение воды идет более интенсивно, чем ее испарение, а вымывание азота примерно равноценно его денитрификации (естественно, в зависимости от типа почвы), такие

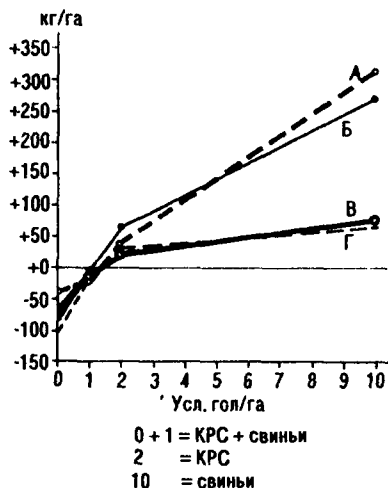


Рис. 6. NPK-баланс четырех различных хозяйств.



поступления и потери в балансах не учитываются, т. е. принимаются за равные величины.

В качестве пятого источника следует указать азот, поступающий с закупаемыми кормами и органическими удобрениями, а также при расширении площадей хозяйства. Это количество может быть настолько большим, что потребность в бобовых иногда вообще отпадает при условии, что потери азота, например в навозе, стабильно очень невелики.

В штабелях компостированного навоза по сравнению с другими видами его хранения потери азота могут быть наиболее высокими, если не предусмотреть защиту штабелей от осадков или улавливание жидкости, в которой к тому же содержатся значительные количества калия.

Общее планирование хозяйства биологического направления, таким образом, должно быть поэтапным с получением ответов на следующие вопросы.

1. Какие бобовые культуры наиболее пригодны для возделывания в данных климатических и почвенных условиях (максимальное связывание атмосферного азота в пересчете на 1 га)?

2. Как следует использовать эти культуры (скармливание, продажа, зеленое удобрение)?

3. Каковы меры, способствующие более активному связыванию азота при возделывании конкретного вида бобовой культуры (удобрение РКСа, органические удобрения, мелиорация подпахотного слоя)?

4. Каковы цели выращивания бобовых в качестве основных культур севооборота, помимо связывания азота (подавление сорняков, болезней и вредителей, биологическое рыхление почвы)?

5. Какие небобовые культуры можно выращивать на данном участке без применения пестицидов?

6. Какие сорта этих культур нужно выбрать (высокая устойчивость к болезням и вредителям, хорошая реакция на питательный режим почвы)?

7. Какое число севооборотов (от 1 до 3) необходимо в данном хозяйстве (конкретные климатические и почвенные условия), и отвечает ли размер площади, отведенной под кормовые культуры, потребностям в кормах, если в хозяйстве содержится скот?

8. Какому виду (видам) скота нужно отдать предпочтение, чтобы целесообразно использовать урожай бобовых культур, и накопится ли при этом избыток белка? Если да, то где взять недостающее количество крахмальных единиц?

9. Какой вид навоза или способ его переработки следует выбрать при данных условиях и возделываемых видах культур (сухой навоз для бобовых, а в более теплых регионах или на более легких почвах — и для небобовых; в прохладных районах — жидкий навоз для небобовых с незначительным или, наоборот, высоким содержанием доступного растением азота)?

10. Как восполнить потери Р, К и Са — за счет закупки кормов, отходов или минеральных удобрений?

11. Какие способы технической обработки почвы нужно выбрать, чтобы осуществить четыре цели — подготовку семенного ложа, мобилизацию питательных веществ, борьбу с сорняками и подавление болезней и вредителей? Как спланировать систему обработки почвы—севооборот—удобрение в соответствии с интегрированной защитой растений?

12. К какому направлению биологического земледелия следует присоединиться (реализация продукции, личные склонности, расстояние от рынка сбыта, внутренняя перестройка) или вообще не нужно этого делать?

13. Можно ли найти консультантов для перестройки хозяйства и проведения эколого-биологического анализа или стоит разработать свою собственную систему, исходя из многолетнего опыта, наблюдений и раздумий?

14. Как провести перестройку всего хозяйства и каждого поля с их различными предысториями к началу этого процесса? Сколько времени в целом займет такая перестройка?

---

## 9. НЕОБХОДИМОСТЬ В БИОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЯХ ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОЧВЫ, УДОБРЕНИИ И ЗАЩИТЕ РАСТЕНИЙ

---

"Современное сельское хозяйство — это отравленная пища" (Fischer, ТВ 780). "Расширяющееся использование почв по чисто индустриальным технологиям приводит к тому, что сельское хозяйство постепенно превращается в ареал экологической катастрофы" (Vester, там же). "Сельское хозяйство находится на пути превращения из поставщика (и потребителя) в конкурента за недостающее сырье и энергию" (Weichel, там же). "При неожиданном прекращении поставок нефти зависимость сельского хозяйства от промышленности приведет к катастрофическим последствиям" [97]. Так или аналогично звучат аргументы в пользу производства продуктов питания, более приспособленного к экологическим условиям, активнее использующего естественные круговороты, направленного на длительную стабилизацию урожаев, не наносящего ущерба человеку, животным, почве и ландшафту.

При этом очень часто забывают, что деградирующие ландшафты, особенно в регионах тропиков и субтропиков, это отнюдь не результат экономических укладов прошедших десятилетий, а результат истощения природных ресурсов в прошлые века и тысячелетия. Достаточно поездки по странам Средиземноморского региона и изучения истории (но не учебников с их историческими фактами), чтобы понять наследие прежних высокоразвитых культур, которые после своего расцвета при максимальной густоте народонаселения и именно по этим причинам исчерпали последние ресурсы, например леса, и постепенно пришли в упадок.

Несомненно, биологическое сельское хозяйство станет более экстенсивным применительно к одним агроприемам, например технико-механической обработке почвы, и более интенсивным применительно к другим, например к биологической борьбе с вредителями и связыванию азота воздуха.

Необходимость изменения характера работы по сравнению с двумя прошедшими десятилетиями и невозможность всеобъемлющего введения агроиндустриальных систем производства с характерными для них затратами энергии вызываются разными причинами.

1. В сельском хозяйстве также нужно экономить и энергию жидкого топлива, и электроэнергию, исходя из финансовых соображений.

2. Во многих странах мира отсутствуют источники энергии для ин-

тенсивных технологий или нет финансовых возможностей для ее обеспечения.

3. Использование агрохимикатов, особенно пестицидов (которые, конечно, защищают наши посевы от вредителей, болезней, сорняков, а человека — от проблемы голода, но не от заболеваний), необходимо сокращать. Загрязнение воздуха, воды, продуктов питания и возникающая при этом опасность для человека, животных, растений и целых экосистем должны уменьшиться.

4. С ростом применения пестицидов постоянно усиливается несоответствие между внешним и внутренним качеством сельскохозяйственной продукции.

## ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ

Обратимся к энергетическим проблемам. Аргумент насчет того, что с народнохозяйственной точки зрения экономия энергии в сельском хозяйстве не требует учета, применим к индустриально развитым странам, но отнюдь не к странам третьего мира, а также к отдельным хозяйствам, где 70–80 % энергии в наши дни затрачивается на удобрения, особенно азотные минеральные, на обработку почвы, пестициды и транспорт (рис. 7). При выращивании культур в районах с неблагоприятными климатическими условиями, например на холодных и сырых почвах, уборка недозревшего зерна вызывает необходимость в дополнительных затратах на сушку.

Таким образом, максимальную экономию энергии могли бы обеспечить: 1) биологическое связывание азота вместо химико-технического; 2) минимизация технико-механической обработки почвы; 3) активное биологическое рыхление почвы и 4) сокращение затрат на пестициды и транспорт. В то же время производственная цепочка уборка

соломы — хранение соломы — разбрасывание соломы — хранение навоза — внесение навоза на отдаленные поля, а иногда повторное рыхление почвы, уплотнившейся при частых проходах техники, может потребовать таких же затрат энергии, как и при внесении минеральных азотных удобрений. В биологическом хозяйстве, базирующемся на использовании навоза

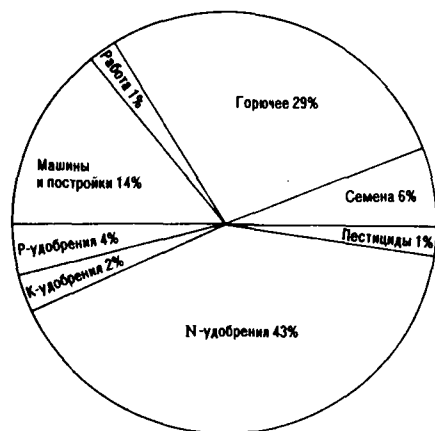


Рис. 7. Расходы энергии в земледелии [по 32].

(к тому же вначале иногда с более низким потенциалом продуктивности культур, чем при внесении минеральных удобрений), в результате возрастания затрат энергии и в некоторых случаях сокращающейся степени ассимиляции общее связывание энергии может быть более слабым, чем в хозяйстве интенсивного типа. Однако сопоставление наполовину или полностью индустриализованного производства, например пшеницы и риса, с переложной системой земледелия или агротехникой без перевозки и внесения навоза или соломы на поля, показывает, что их продуктивность различается не так уж заметно (табл. 22).

Т а б л и ц а 22. Использование и выработка энергии при разных способах земледелия

Показатель, МДж/га	Содержа- ние сви- ней	Перелож- ная сис- тема (Африка)	Выращивание культур*			Мелкие фермы Китая
			рис	кукуруза	пшеница	
Использование	123 630	240	4 155	2 903	6 641	6 844
			65 464	29 851	17 800	
Выработка	3 920	15 685	22 900	14 150	11 200	281 100
			84 120	76 910	56 200	
Из них белка, кг	391	27	124	88	87	1 908
			455	481	400	
Чистая прибыль	-119 710	+15 445	+18 745	+11 247	+4 559	+274 254
			+18 656	+47 059	+38 400	

\* Верхние цифры — наполовину индустриализованные хозяйства, нижние — полностью индустриализованные хозяйства.

Приведенные цифры показывают, что характер производства на мелких фермах Китая по чистой и валовой продукции энергии превосходит любые другие способы.

Кормовое использование растениеводческой продукции может привести к выраженному отрицательному балансу энергии. Следовательно, в биологическом хозяйстве необходимы, во-первых, земледелие, направленное на усиленное прямое потребление, и, во-вторых, земледелие без применения минерального азота при минимализованной технико-механической обработке почвы. Для экономии энергии потребуется чередование зернобобовых (гороха, кормовых бобов, сои) и зерновых с более интенсивной технико-механической обработкой почвы под зернобобовые и минимальной — под зерновые, что возможно именно при такой смене культур.

При возделывании таких кормовых культур, как клевер и люцерна (двух-, трехлетний перерыв в обработке почвы, отказ от пестицидов и механической борьбы с сорняками, отсутствие необходимости во вне-

сении минерального азота), экономия энергии будет еще значительней, чем при выращивании зернобобовых, для которых первые два агроприема необходимы. Степень трансформации, т. е. соотношение энергии, накопленной в урожае и затраченной на проведение всех трех агроприемов, при выращивании люцерны достигает показателя 300. Таким образом, она гораздо выше, чем в зерновом хозяйстве без лугопастбищных угодий (табл. 23). Высокие потери при скармливании люцерны (в зависимости от типа содержания скота) ослабляют это преимущество с точки зрения энергетики.

Т а б л и ц а 23. Урожай и энергетические показатели разных культур

Культура	Урожай СВ, ц/га	Белок, %	Выход энергии, ГДж/га	Расход		Суммарно		Степень трансформации в среднем
				азота, кг/га	энергии, ГДж	на ОП, МУ и ЗР*, ГДж	на чистый урожай, ГДж/га	
Ряпс:								
зерно	30	24	72	200	16	18	54	3
солома	60		86**				86	9
			30***				30*	4,5
Озимая пшеница, кукуруза:								
зерно	70	12	110	180	14,4	16,0	94	6
солома	60		86**				+86	11
			30***				+30	7,5
Сахарная свекла:								
корни	500	2	190	180	14,4	17,0	94	6
ботва	200	4	48**				+86	11
							+30	7,5
Пастбищные культуры (зеленая масса, силос, сено)	100	18	153	400	32,0	32,0	121	4
Кормовые бобы (силос)	130	15	150			2,0	148**	74
Люцерна, клевер (сено)	130	15	150			0,5	149,5**	300

\* Расход энергии в ГДж на обработку почвы (ОП), минеральные удобрения (МУ) и защиту растений (ЗР).

\*\* Получение биогаза.

\*\*\* Тепловая ценность соломы.

\*\* Следовало бы добавить последствие ГДж (экономия азота).

Ценные качества люцерны или клевера в качестве предшественников, позволяющих минимализовать обработку почвы, полностью отказаться от внесения гербицидов и минерального азота (табл. 24), соответственно увеличивают и энергетическую ценность этих культур в срав-

нении с зерновыми. При сравнительных подсчетах соотношения затраты энергии: крахмальные единицы, например у кукурузы и люцерны, этот фактор следует точно так же принимать в расчет, как, например, потребность в площадях под семенные посевы, поскольку урожай с них не идет ни в пищу человеку, ни на корм скоту (табл. 25).

**Т а б л и ц а 24.** Расходы азота, гербицидов и горючего на обработку почвы при выращивании разных культур

Показатель	Кукуруза на силос	Кормовые бобы (силос и зерно)	Люцерна или клевер двух- летнего поль- зования (си- лос и сено)
Урожай семян, ц/га	50	(30)	(3)
Площадь посевов на семена, ар	0,5-1	5-7	1,5-2,5
Внесение минерального азота (кг)	200		
под:			
основную культуру	200	20	0
следующую культуру	150	50	75
культуру 2-го года	180	130	100
Обработки гербицидами	2	1	0
Расход горючего при обработке поч- вы, л	45	35	0
Соотношение C:N (состояние почвы)	Сужение	Равновесное	Расширение

**Т а б л и ц а 25.** Расходы азота и энергии и число защитных обработок при разных типах севооборотов

Тип севооборота	Уро- жай зерна, ц/га	N, кг/га	Горю- чее, л/га	Число опрыс- кива- ний	Уро- жай зерна, ц/га	N, кг/га	Горю- чее, л/га	Число опрыс- кива- ний
Зерновые культуры	60	180	45	4	63	148	48	1,4
Пропашные + зерно- вые	50	155	45	3,5	60	130	41	2,5
Кормовые + зерно- вые	60	120	27	2,4	63	80	20	1,0
Биологический	47	50*	26	0	52,5	0	34	0

\* Дополнительные закупки кормов и удобрений.

Какие же выводы можно сделать относительно энергосбережения? Экономия энергии обеспечиваются следующие факторы.

1. Биологическое связывание азота воздуха вместо химико-синтетического получения аммиака.

2. Минимизация технико-механической и усиление биологической обработки почвы.

3. Сокращение производства навоза (отпадает транспортная цепь солома—навоз и повторное рыхление почвы).

Особенно больших затрат энергии требует переработка получаемой продукции (содержание скота). Отсюда как необходимость вытекает:

— выращивание зернобобовых для непосредственного потребления человеком в чередовании с зерновыми культурами (последнее — при минимальной технико-механической обработке почвы);

— экономия (сбережение) энергии за счет возделывания многолетних кормовых бобовых, поскольку, в противоположность зернобобовым, они не требуют ни внесения минерального азота, ни ежегодной обработки почвы, ни химической защиты от болезней и вредителей (загрязнение окружающей среды). Высокие затраты на их переработку компенсируются частичным или полным отказом от азотных удобрений и обработок почвы, а в определенных обстоятельствах — от обработок пестицидами последующих культур или самих кормовых бобовых.

## ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Под загрязнением окружающей среды мы понимаем вредное действие остатков минеральных и органических (при массовом содержании скота) удобрений, а также химических препаратов для борьбы с сорняками, насекомыми, нематодами, клещами и патогенными грибами. Эти вещества попадают на растения и в почву при защитных опрыскиваниях, опыливаниях или поливах. Разнос с водой и воздухом обуславливает попадание пестицидов на другие растения, животные организмы, а также на человека, их вредоносное или губительное действие, сокращение численности видов растений и животных.

Загрязненные навозной жижей пруды и переудобренные пастбища представляли проблему еще задолго до возникновения дискуссий о необходимости охраны окружающей среды. В средние века вспышки эпидемий и эпизоотий и их распространение животными в перенаселенных регионах происходили так же часто, как, например, полное уничтожение листвы дубов или сливовых деревьев майскими жуками и 100 %-ная гибель картофеля от фитофтороза. Постепенно защита от таких катастроф стала острой необходимостью. Однако в последнее десятилетие мы уделяем слишком мало внимания побочному действию пестицидов, т. е. их накоплению. высокой токсичности и стойкости.



Новые научные разработки и технологии внесения позволяют применять радикальные меры борьбы, но их вторичный эффект может быть не менее опасным, чем ущерб от эпитотити. Экономические и хозяйственно-производственные требования избавить человечество от голода вызвали интерес к "модным" мероприятиям. В результате мы встали перед конфликтами, решение которых заключается отнюдь не в таких подходах, как "теперь только биологический путь" или, наоборот, "только химия". Все проблемы однозначно гласят: "сколько?", "что по меньшей мере биологически?" и "что в крайнем случае химически?".

Очистить питьевую воду от нитратов и остатков пестицидов можно только путем усиленной ориентации сельского хозяйства на биолого-экологическое направление, т. е. путем приспособления всех агроприемов для реализации полезных функций ландшафта. Если ландшафт или определенная его часть должны служить производству продуктов питания, регенерации воздуха (фильтрация, продукция кислорода), воды (увеличение запасов питьевой воды) и оздоровлению человека, то это означает запрет на применение препаратов, остатки которых оказывают слишком сильное влияние на качественные показатели всех вышеперечисленных функций ландшафта. В противном случае, особенно если возникнет необходимость в более широком применении каких-то средств, одна из функций ландшафта просто отпадает.

Ландшафт как систему можно разделить на несколько полезных подсистем, которые находятся во взаимосвязи и редко бывают или могут быть резко разграничены. Чем интенсивнее используется одна из подсистем ландшафта, тем слабее она осуществляет свои сложные функции в оптимальном ритме или же некоторые ее функции уже вообще не приходится принимать в расчет. Интенсивно используемые промышленностью производственный или транспортный ландшафты (табл. 26), как правило, не являются да и не были оздоровительными или жилым ландшафтами; транспортный ландшафт не может служить аграрно-производственным ландшафтом.

Точно так же интенсивно используемый аграрный ландшафт может осуществлять оздоровительные функции лишь условно и часто уже не пригоден для регенерации воды и воздуха. В зонах виноградарства, где проводятся частые обработки пестицидами с вертолетов, или в районах хлопководства с более чем десятком обработок фунгицидами и гербицидами за вегетацию оздоровительные и регенерационные функции аграрного ландшафта резко ослабевают.

Вопрос заключается в следующем: сколько функций должны выполнять такие ландшафты (одну, несколько) или же существуют какие-то "запасные" регионы для регенерации воды и воздуха, оздоровления человека? Малонаселенный ландшафт, пожалуй, еще можно разделить на оздоровительные и интенсивные сельскохозяйственные подсистемы, но в густонаселенных регионах это становится проблемой. В Центральной Европе каждый ландшафт, за исключением индустриаль-

**Т а б л и ц а 26. Возможности аграрного ландшафта при интенсивном или экстенсивном использовании средств производства**

Функции ландшафта	Характеристики функций при разных типах использования	
	экстенсивное: здоровые севообороты, умеренное применение минеральных удобрений и незначительное — пестицидов	интенсивное: упрощенный севооборот, высокие дозы минеральных удобрений, внесение пестицидов и бесподстилочного навоза
Производство продуктов питания	Среднее	Высокое
Регенерация воды	Хорошая	Плохая
Регенерация воздуха	Хорошая	Переменная
Оздоровление	Хорошее	Плохое
Заселенность дичью	Высокая	Почти нулевая

ных центров, почти всегда несет двойную или тройную функцию. Однако при достижении определенной плотности населения (или определенного числа голов скота, свиней, птицы на 1 га) функция ликвидации отходов часто уже не может осуществляться, и ландшафт медленно, но верно погибает.

Густонаселенные центры — крупные города или индустриальные центры (рис. 8) — ожидают от окружающей их зоны, т. е. агроландшафта, лесов, приема выбросов, сточных вод и (или) других отходов и взамен — поступления чистого воздуха, чистой воды, чистых продуктов питания. Такое "бесплатное" функционирование ландшафта должно происходить при продолжающемся сокращении площадей и при существующей надежде на то, что необходимого повышения урожаев для обеспечения населения можно добиться на сохранившихся угодьях без особых затрат и ущерба для окружающей среды. Ниже приведены причины сокращения площадей в аграрном ландшафте и возможности компенсации таких потерь.

Сокращение площадей и снижение производства в результате:

- строительства жилых районов;
- строительства дорог;
- формирования индустриальных районов;
- расширения биотопов;
- потерь почвы от эрозии.

Возможности компенсации потерь для обеспечения урожайности за счет:

- повышения урожаев с 1 га (удобрение, селекция);
- сокращения потерь урожаев (защита растений);
- импорта кормов;
- сокращения плотности населения;
- выкорчевки лесов;
- обвалования.

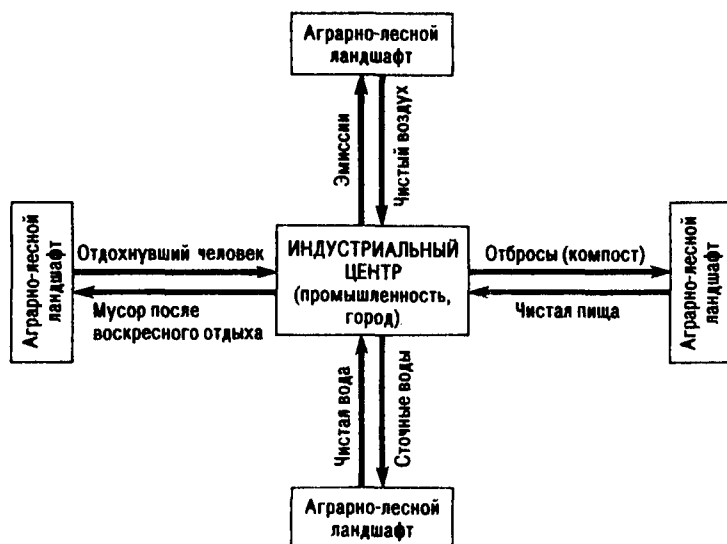


Рис. 8. Возможности воздействия индустриального общества на аграрно-лесной ландшафт.

Можно, конечно, сказать, что самый стабильный фактор разгрузки окружающей среды — это сокращение плотности населения. Однако рост предложения продуктов питания и улучшающееся медицинское обслуживание все еще означают прирост народонаселения, обеспечение которого и "природными благами" (вода, воздух), и продуктами питания должно быть гарантировано в равной степени. В то же время любой способ индустриализации или интенсификации в первую очередь отразится на таких функциях ландшафта, как регенерация воды и воздуха и оздоровление человека.

Естественно, что в биологическом земледелии воспитанию у аграрников более биолого-экологически направленного мышления или пробуждению интереса к ландшафту не только с частно-хозяйственных и экономико-производственных позиций придавалось большое значение. Оно чаще практиковалось последователями экологического, органического или биолого-динамического направления, но не вызывало внимания со стороны консультантов, ориентированных в основном на традиционное сельское хозяйство. В этом пункте за прошедшие годы уже произошел определенный поворот, выражающийся в том, что консультанты по растениеводству земельных палат и федеральных учреждений проходят усиленную подготовку в области экологически ориентированного сельского хозяйства и интегрированной защиты растений.

Защита окружающей среды от остатков химикатов, в первую оче-

редь пестицидов, везде признана необходимой и уже осуществляется в форме интегрированной защиты растений. В земледелии важнейшие мероприятия, направленные на осуществление данной цели, — это соответствующие способы обработки почвы, соблюдение севооборотов, внесение органических удобрений (навоз, сидераты). Однако даже последний пункт приводит к определенным конфликтам, если рассматривать стойловый навоз в энергетическом и фитосанитарном аспектах. Жидкий навоз в сравнении с сухим оказывает меньший фитосанитарный эффект на патогенные организмы и нематод и в то же время является лучшим источником энергии биогаза и легкодоступных минеральных питательных веществ для растений, а при соответствующей переработке (или без нее) внесение жидкого навоза приводит к: подавлению широколистных сорняков в посевах зерновых, т. к. он обладает гербицидным действием. В хозяйстве, где не содержат скот, фитосанитарную функцию осуществляет только севооборот, т. е. этот эффект определяется и целенаправленным возделыванием основных и промежуточных культур, и обработкой почвы.

Если в связи с проблемами обеспеченности и максимизации доходов все мероприятия не соответствуют или не могут соответствовать условиям данной местности (т. е. не мы "подчиняемся" почве, а она "подчиняется" нам), приходится применять соответствующие химикаты. Цены регулируются спросом и предложением. Так кто же откажется от дополнительной выгоды при гарантированно высоких ценах на пшеницу, ячмень и сахарную свеклу или особенно высоких — на биологически выращенную продукцию? А это вновь возвращает нас к проблеме монокультуры или упрощенным севооборотам как в традиционном, так и в биологическом хозяйстве.

Необходимость защиты окружающей среды можно обосновать точными фактами ее загрязненности, и стойкость ДДТ облегчила это доказательство. "Модные" препараты на основе действующих веществ, в какой-то мере значительно более токсичных, чем ДДТ, однако гораздо быстрее разлагающихся, нужно тщательно изучать с точки зрения стойкости токсических продуктов как к биологическому, так и фотохимическому разложению в почве или атмосфере. Если зелень на обочинах дорог и вдоль автострад теперь вновь скашивают, не применяя химикатов, то посевы кукурузы, сахарной свеклы или монокультуры зерновых обрабатывают пестицидами почти так же интенсивно, как пять или десять лет назад. Более того, схемы опрыскиваний становятся все более сложными. Неужели государство более обеспокоено состоянием окружающей среды, чем фермеры? Или оно просто располагает средствами, позволяющими вернуться к механическому уходу за обочинами, отказываясь от возрастающего использования гербицидов? Неужели фермер, вносящий токсичные препараты, в меньшей степени понимает возникающую при этом для него же опасность, чем горожанин осознает вредность остатков этих пестицидов в продуктах питания? Может быть,

нам просто не хватает смелости снабдить работающих на опрыскивателях операторов защитной одеждой или масками? Ведь при этом у обывателя может возникнуть подозрение, что здесь ведется работа с ядами!

Еще 50 лет назад при продаже и внесении порошковидного цианамида кальция, не пропитанного маслами, использовались специальные защитные меры, причем указания при его разбрасывании гласили следующее.

1. При рассеивании цианамида кальция не закатывать рукава и не работать босиком, лучше всего надевать сапоги.

2. Надевать защитный комбинезон и очки.

3. Защищать нос и рот пыленепроницаемой маской.

4. При отсутствии защитного комбинезона использовать старую одежду, затягивать края рукавов и штанин.

5. Перед внесением препарата намазать лицо и руки жиром или натереть специальной защитной пастой.

6. Не рассеивать химикат против ветра.

7. По возможности использовать для рассеивания туковые сеялки.

8. Перед работой, во время рассеивания препарата и по окончании не употреблять алкоголь.

В качестве дальнейшей профилактической меры к каждой упаковке порошковидного цианамида кальция бесплатно придавались защитный комбинезон, очки и пять тюбиков специальной пасты.

Кто же сегодня несет ответственность за то, что в небольших хозяйствах оператор целый день, а на крупных фермах — в течение месяца вносит гербициды и инсектициды, работая на опрыскивателе и не имея минимальной защиты от такой длительной нагрузки ядохимикатами?

“Фосфорорганические соединения даже в низких дозах создают острую опасность отравления. Они значительно токсичнее хлорированных углеводов, но быстрее разлагаются и не накапливаются в организме человека” [37].

“Из-за множества горизонтальных связей преодолеть этот комплекс представлений очевидно не удастся. Чем больше синтезируется и распространяется пестицидов, тем менее понятными становятся существующие взаимосвязи. Жажда открытий, благодаря которой ... в настоящее время ... появляются новые пестициды, уже давно опережает развитие знаний о биологии поведения новых препаратов в организме человека”.

Государственные научно-исследовательские институты со все большей энергией занимаются проверками прямого и побочного действия новых препаратов. Однако многочисленность самих пестицидов, их возможных комбинаций и продуктов разложения не позволяет предсказать все возможные последствия внесения этих соединений и в первую очередь — длительность их последствий.

Для ослабления опасности и “запуска вспять” производства пестицидов нужно сначала разработать другие системы защиты, более стабильные и практичные. Озоление семян сорняков и применение этого способа борьбы, с моей точки зрения, так же малоприспособно, как и использование экстрактов из слизней или энергопотребляющего метода огневой культивации на крупных сельскохозяйственных предприятиях.

На конференции в Хойхайме, посвященной проблемам последствий остатков пестицидов в окружающей среде, Квентин [170] высказал следующую мысль: "Стойкость хлорорганических инсектицидов нам уже известна, на их разложение в целом рассчитывать не приходится (возможно — только в очень неопределенном будущем)". Сюда же относится проблема накопления пестицидов в биологических цепях. Приведем примерное соотношение концентраций ДДТ и его метаболитов (относительно равновесного состояния) в водах: вода:ил:флора:фауна = 1:1000:1500:2000.

Следовательно, если в течение 10–20 лет неразложившиеся пестициды с водой попадут в почву и окажутся на уровне подпахотного горизонта, то аналогично их концентрации в иле (см. выше) может произойти и аккумуляция в почве. Это, естественно, отразится на росте растений. Квентин сообщает далее: "Так же ведут себя другие хлорсодержащие углеводороды. Однако разговор идет главным образом о стойкости хлорированных инсектицидов, как будто можно предполагать, что все остальные препараты быстро разлагаются в воде. Данные о стойкости различных классов пестицидов приведены ниже" (табл. 27).

Т а б л и ц а 27. Стойкость различных классов пестицидов [ по 170]

Химическая классификация	Тип препарата	Стойкость
Хлорированные углеводороды	Инсектициды	2–5 лет
Производные мочевины	Гербициды	2–10 мес
Триазины	"	3–18 мес
Хлорфеноксипроизводные	"	1–5 мес
Карbamаты	Фунгициды	2–8 нед
Алифатические кислоты	Гербициды	3–10 нед
Фосфорорганические соединения	Инсектициды	7–87 дней

"Такие препараты могут попадать в воды или леса не только непосредственно с обработанных полей при сносе или в результате вымывания в почву, но и из атмосферы, главным образом с осадками.

Кроме хлорсодержащих препаратов существует целый ряд других органических соединений хлора, попадающих в воды в виде трудноразлагающихся соединений с промышленными отходами, сточными водами, различными продуктами, растворителями, размягчителями и дезинфицирующими средствами" [169].

Период сохранения стойкости пестицидов иногда бывает гораздо длительнее указанного на упаковках. Следовательно, в условиях ФРГ, например, при ежегодном расходе 250 тыс. тонн пестицидов (плюс другие опасные для окружающей среды соединения, приведенные выше) и при ежегодно и ежемесячно меняющейся их концентрации в воздухе, воде и продуктах питания никак нельзя говорить о сравнительной безопасности этих веществ.

## ИЗМЕНЕНИЯ КАЧЕСТВА УРОЖАЯ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ

Количественно урожай можно измерять в центнерах с 1 га по выходу сухого вещества, белка, сахара, крахмала, листьев (чай), плодов и т. д. Качественная оценка включает гораздо большее число факторов, причем дефицит лишь одного из показателей может привести к заболеванию или потере работоспособности и у человека, и у животного. К таким качественным факторам, помимо прочих, относятся витамин С, различные аминокислоты и даже просто йод. Поскольку потребность в носителях энергии находится в зависимости от необходимой мощности, любой дефицит, определяемый по изменениям активности роста, умственных способностей, силы, степени плодовитости и т. д., проявится раньше или позднее. Следовательно, качество (и это относится к большей части ценных веществ в продуктах питания) нельзя оценивать без учета потребностей организма. Именно поэтому кормление грудного ребенка соотносится с его возрастом, а потребность в энергии у старых и молодых людей очень различна.

Качество можно проанализировать *химически* по содержанию определенных веществ в продуктах питания и выразить его в процентах сухой или сырой массы (табл. 28), а также *биологически*, используя определенные критерии применительно к определенным живым существам, в том числе растениям, которые тоже нуждаются в питании.

Т а б л и ц а 28. Содержание некоторых ценных веществ в различных продуктах урожая (на 1000 г сырой массы) [ по 141 ]

Культура	Белок, г	Магний, мг	Каротин, мг	Лизин, мг
Салат кочанный	4,20–13,00	32–100	0,85–12,8	0,25–0,65
Цикорий	6,88–15,50	108–118	5,16–19,7	0,37
Морковь	4,90–10,80	140–189	42,00–99,0	0,16–0,54
Горошек зеленый	14,6–33,30	48–194	0,45–2,5	0,78–1,80
Орех лещина	44,1–73,6	490–846	0,07–0,28	1,40–2,30
Овсяные хлопья	120–144	1130–1500	0	4,80–5,50
Картофель	12,0–28,8	128–272	0,015–0,17	0,74–1,1
Зерно пшеницы	110–140	1740	2,0–3,0	2,70–4,3

Сложность химической оценки связана с тем, что непропорциональное увеличение количества одного вещества в продукте растительного происхождения сопровождается снижением процентного содержания другого вещества, и наоборот. Например, при резком возрастании количества углеводов в каком-то органе растения или продукте содержание витаминов или минеральных солей соответственно уменьшается. Срав-

нительные анализы только одного или двух-трех веществ с низкой концентрацией в общей сухой массе (витамины, минеральные соли) без данных о содержании доминирующих соединений, главным образом крахмала, сахара или клетчатки, не позволяют получить объективную оценку продуктов питания, поскольку относительные изменения отдельных компонентов должны быть отражены в общей оценке. Все это можно четко продемонстрировать на одном примере: после восхода солнца содержание углеводов в листьях настолько возрастает, что общая доля белков, витаминов и минеральных солей может сократиться на 10–20 % без утечки из листьев. Наоборот, происходит накопление этих веществ, т. е. идет их синтез. Ночью процесс носит обратный характер: углеводы выводятся из листьев, причем в большем объеме, чем другие вещества, и происходит сравнительный прирост содержания витаминов и белка без их синтеза.

Если урожай, например пшеницы, падает с 60 до 40 ц/га, то при одинаковых поглощении или доступности азота почвы содержание белка должно возрасти с 12 % при 60 ц/га до 18 % при 40 ц/га. Таким образом, при оценке обеспеченности данного поля питательными веществами нельзя разделять количество и качество.

Кроме анализа данного вещества и его химико-биологической оценки по количеству и качеству, необходима оценка снижения качества, которая также должна быть химико-биологической. В этом случае не обойтись без данных о пределах допуска по остаткам различных пестицидов (из-за их кумулятивного действия) и продуктов распада. Чисто химический анализ на содержание одного или двух действующих веществ в растениях, которые были обработаны тремя—пятью препаратами на основе разных действующих веществ, не имеет большого смысла. Если в полеводстве пестициды, как правило, можно точно дозировать (за исключением краевых полос, где машины проходят чаще), то при обработке маленьких участков этого практически не удастся добиться. Кроме того, препараты сносятся даже слабым ветром на соседние участки с посадками декоративных культур, на грядки овощей или ягодники, причем довольно часто — совсем незадолго до уборки урожая. В этом случае человек с плохим обонянием, который не заметил, что сосед обработал свой садик, и, вернувшись с работы, полакомился клубникой прямо с грядки, не помыв ее предварительно, может пережить неприятные мгновения. Один из биофермеров в США официально обжаловал действия такого "дружелюбного" соседа, так как из-за сноса пестицида не мог сбыть свою продукцию, и выиграл процесс.

Критерии качества зависят не в последнюю очередь от целевого назначения продукции. Так, для производителя, т. е. фермера, качество определяется содержанием белка (пшеница), крахмала (технический картофель), сахара (сахарная свекла), устойчивостью к полеганию (зерновые) и болезням, раннеспелостью и сортом (картофель). Качество продукции, предназначенной на продажу, определяется внешним



видом (цвет, свежесть, величина), лежкостью (овощи), названием сорта (картофель). Наконец, при переработке важную роль играют чистота (степень загрязненности земель), содержание специфических веществ, поверхность среза (чипсы), степень одревеснения (сахарная свекла), лежкость (картофель) и, естественно, обращая пригодность к переработке.

Публикуемые данные об анализах на качество показывают, что ценные вещества исследуются недостаточно полно. Иногда указываются лишь отдельные соединения как в высокой, так и в низкой концентрации, а соотношение других, не менее важных веществ остается при этом неизвестным. До тех пор пока мы не научимся сопоставлять такие сравнительные сдвиги в содержании веществ (а это возможно лишь при самом детальном анализе), споры о качестве биологических и традиционных продуктов будут продолжаться. В зависимости от соотношения питательных, действующих и минеральных веществ эти продукты придется предлагать разным возрастным группам людей или животных, чтобы обеспечить их оптимальным питанием.

Так же или несколько иначе обстоят дела с другими веществами, снижающими качество продукции. Они могут быть естественного происхождения или накапливаться в результате внесения минеральных и органических удобрений или биоцидов (табл. 29).

**Т а б л и ц а 29.** Вещества, снижающие качество некоторых продуктов питания и кормов

Продукты питания	Зеленые корма или сено
<p><i>Вещества естественного происхождения</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— спорынья в зерне (мука)</li> <li>— афлатоксины (при поражении семян и растений грибами)</li> <li>— ядовитые шляпочные грибы (в продуктах из грибов)</li> </ul> <p><i>Вещества, попадающие в продукты при проведении агроприемов</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— нитраты (избыточное удобрение)</li> <li>— возбудители болезней (с фекалиями или навозом)</li> <li>— остатки пестицидов (при запоздалом внесении, слишком высоких дозах, использовании стойких препаратов)</li> </ul>	<p><i>Вещества естественного происхождения</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>— плесень опьяняющий</li> <li>— безвременник осенний</li> <li>— афлатоксины (поражение растений грибами)</li> </ul>

При наличии остатков биоцидов в воздухе, воде или продуктах у человека проявляется первая реакция в форме кожной аллергии, силь-

ного слюноотделения, рвоты, плохого самочувствия. Хотя бы по этим причинам совершенно необходимо, чтобы на рынке появилась возможность выбора продуктов питания, поскольку каждое существо постоянно ищет ту пищу, которая его устраивает (от чего, к сожалению, нас отучают еще в детском возрасте, заставляя съедать предложенную еду до конца). Конечно, у некоторых людей бывает аллергия или отвращение даже к таким продуктам, как масло, брюссельская капуста или баранина, в то время как большинство считает их чуть ли не эликсиром жизни.

Многие критерии качества изменяются под действием разнообразных факторов, например погодных условий, типа почвы, способа выращивания, метода переработки, консервирования и т. д., или при введении в пищу каких-то добавок вроде тмина или мака. Поэтому влияние органического или минерального удобрения на определенные изменения качества данного продукта нельзя оценивать без точного анализа условий выращивания или способа переработки. Факторы, определяющие содержание ценных веществ в продуктах растительного происхождения, т. е. их качество, приведены ниже.

#### *Факторы среды и агротехника*

Удобрения  
Срок уборки урожая  
Климат, погода  
Орошение  
Защита растений  
Почва  
Севооборот  
Срок сева

#### *Генофонд культуры*

Вид  
Сорт

#### *Подготовка, переработка, кулинарная обработка*

Жарение (вид жира, время)  
Жарение на гриле (уголь, электричество)  
Варение (скороварка, кипяток)  
Готовка на пару  
Обработка во фритюре  
Запекание (жар, фольга)  
Консервирование  
Соление  
Маринование (уксусная, молочная, пропионовая кислоты)  
Засахаривание  
Высушивание  
Обработка жаром  
Вытяжка кислорода  
*Экстрагирование*  
Выжимание (соки, масла)  
Экстрагирование под давлением (растворимые вещества)

#### *Гомогенизация*

#### *Фракционирование*

Генетически закрепленные качественные признаки от этих факторов не зависят. Например, набор аминокислот в растении данного сорта кукурузы или кормового злака может изменяться лишь количественно соответственно условиям среды, но не обязательно качественно. С генетическими изменениями в растениях создается самая стойкая биологическая возможность получения продуктов питания, действительно отвечающих потребностям человека. Однако достаточное в количественном выражении производство таких продуктов, да еще по разумным ценам осложнит проблему.

Таким образом, вся дискуссия о качестве продукции сводится, по моему мнению, к следующим вопросам:

- лежкость продуктов питания растительного происхождения;
- содержание веществ, снижающих качество продуктов растительного или животного происхождения и накапливающихся в результате излишнего применения пестицидов и минеральных удобрений (остаточные количества) или поражения грибными патогенами (афлатоксины);
- наличие токсичных веществ, попадающих в воду и воздух и представляющих опасность и для животных, и для человека.

---

## 10. КРУГОВОРОТЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ, БАЛАНС ГУМУСА И ЕГО ВОССТАНОВЛЕНИЕ

---

Мы постоянно говорим о системах и системном мышлении. Однако каждая система состоит из отдельных компонентов, которые могут иметь и ведущее, и второстепенное значение. Очень важную роль играет правильное снабжение культурных растений питательными веществами и предотвращение потерь урожая, вызываемых болезнями, вредителями и сорняками. Поэтому на первом этапе изучения биологического сельского хозяйства объектами нашей исследовательской активности стали именно эти проблемы. Вопросы, касающиеся расположения небесных тел или использования специфических препаратов и составляющие значительную часть теории биолого-динамического сельского хозяйства, естественно, отошли на второй план, тем более что с использованием высоких доз удобрений их значение будет ослабевать, а интенсификация внесения удобрений в настоящее время достаточно характерна для биологического земледелия. Кроме того, эффект от биолого-динамических приемов, очевидно, очень тесно взаимосвязан с другими агроприемами, степень же их влияния на формирование урожая, видимо, сравнительно невелика.

### ПИТАТЕЛЬНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКИХ И КАЧЕСТВЕННЫХ УРОЖАЕВ

Биологическое сельское хозяйство не может существовать в отрыве от основоположений и взаимосвязей, установленных естественными науками, иначе оно сделало бы первый шаг навстречу своей гибели. Можно верить в трансмутации элементов или предъявлять доказательства их существования, ведь радиоактивный распад по сути — это одновременное возникновение новых элементов. Однако для ежегодного получения 60–80 ц зерна пшеницы с каждого гектара количества таких вновь образующихся элементов недостаточно для обеспечения почвы, например, фосфором и калием. Об этом говорит снижение урожайности без внесения минеральных удобрений или сокращающаяся концентрация суммарного фосфора в почве.

Увеличение или снижение резервов фосфора в почве нельзя установить только по изменению лактатного показателя или содержания водорастворимой фосфорной кислоты. К сожалению, результаты подобных анализов часто рассматриваются как доказательство того, что

содержание фосфора в почве может возрасти и без внесения удобрений. Что же касается калия, то он, кроме того, с очень разной степенью интенсивности связывается глинистыми частицами и в виде различных соединений отлагается в почвообразующих породах. Следовательно, при ежегодном выносе с продаваемой продукцией 60–150 кг К/га, возвращении в почву определенного количества калия с навозом или соломой и суммарном его содержании в почве от 20 000 до 60 000 кг/га через 5–10 лет нам едва ли удалось бы установить статистически достоверные изменения. Необходимость в таком доказательстве вообще отпадает, если в результате выращивания растений с глубоко-козалегающими корнями калий поступает из нижних горизонтов почвы, откуда почва для анализов, как правило, не берется. Растения с длинными корнями поглощают питательные вещества с глубины от 50 до 150 см, стандартному же анализу подлежат обычно образцы почвы пахотного горизонта (15–25 см).

Все необходимые растению питательные вещества — минеральные соли, вода,  $\text{CO}_2$ , кислород, азот — находятся в круговороте. Термин *круговорот* означает перемещение элементов или соединений от первоначального источника по определенному пути (не обязательно по кругу) вновь к первоначальному источнику. В исходную позицию далеко не всегда возвращается тот же элемент или то же соединение, здесь подразумевается определенный массовый обмен веществ.

Существуют два круговорота — естественный и находящийся под антропогенным влиянием, дополняющий первый круговорот. В сельском хозяйстве мы всегда имеем дело с обоими круговоротами.

Естественный круговорот включает различные круговороты элементов или соединений, а также различные круговороты одного и того же вещества. Это относится и к воде (рис. 9).

Количественное определение осадков и испарения позволяет сделать выводы о характере передвижения не только воды, но и минеральных веществ, об этом говорят примеры, приведенные на рисунке 10 (по данным пяти различных хозяйств) и в таблице 30.

Степень инфильтрации воды, естественно, может резко меняться в зависимости от типа почвы и интенсивности использования пашни. Например, на лугах при выпадении 800 мм осадков и среднегодовой температуре 7 °C потери за счет инфильтрации значительно меньше приведенных в таблице.

В антропогенном круговороте, совершающемся наряду с естественным, минеральные вещества выносятся с продукцией, выращиваемой в поле или на лугу (зерно, сено). Элементы и соединения в жидкой или газообраз-

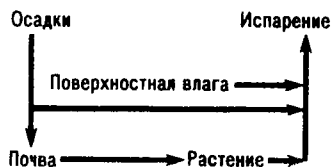


Рис. 9. Круговорот воды.

ной форме, как вода,  $\text{CO}_2$ , азот ( $\text{N}_2$ ,  $\text{NH}_3$  и др.), которые возвращаются в почву "самотеком" или просто при движении воздуха и затем переводятся растениями в органическую массу, не нуждаются в специальном завозе. Минеральные же вещества приходится транспортировать в поле или на луга в виде органических или минеральных удобрений. Если бы это было иначе, нам пришлось бы выжидать, пока, например, дельта реки (пойменные земли) или морское дно через десятки, сотни тысяч или многие миллионы лет вновь станут сушей, т. е. пахотными землями. В этой связи можно также говорить о больших,

<p>I. Луговодство (лугопастбищное хозяйство, только злаковые травы)</p>	<p>N PK из удобрений</p> <p>Почва → Растения → Скот → Молоко → Фекалии (чел.) → Море</p> <p>Потери ← Экскременты (жив.) ← Мяс</p> <p>N = 30–100% из минеральных удобрений (100% вначале) + 30–50% за счет возврата с внутрихозяйственными удобрениями</p>
<p>II. Луговодство (лугопастбищное хозяйство с высокой долей бобовых в травосмесях)</p>	<p>N PK из минеральных удобрений</p> <p>Почва → Растения → с.м. выше</p> <p>с.м. выше ← Экскременты</p> <p>N = 50–20% за счет бобовых 50–20% за счет возврата с навозом 50–30% из минеральных удобрений</p>
<p>III. Полеводство и животноводство (с выращиванием люцерны и клевера + травосмеси с бобовыми)</p>	<p>N PK из удобрений</p> <p>Почва → Растения → Продажа → Скот → Мяс → Экскременты → Потери</p> <p>Закупка кормов → Скот → Продажа животноводческой продукции</p> <p>N = 100–50% за счет бобовых 20–30% за счет возврата с навозом 30–20% за счет закупки кормов + минеральные удобрения</p>
<p>IV. Полеводство и животноводство (с выращиванием кукурузы на силос и селных трав)</p>	<p>Схему см. выше</p> <p>N = 70–80% из минеральных удобрений 30–20% за счет возврата с навозом (1 голова КРС/га)</p> <p>или N = 20–40% из минеральных удобрений 60–80% за счет закупки кормов (&gt;3–4 голов КРС/га)</p>
<p>V. Полеводство без животноводства (без бобовых на зеленое удобрение)</p>	<p>N = 100% из минеральных удобрений PK = 100% из минеральных удобрений</p> <p>Почва → Растения → Продажа → Фекалии → Море</p> <p>Отходы переработки Компостирование отходов Кормовые зерновые (компонент систем I–IV)</p>

Рис. 10. Круговорот азота в условиях разных систем земледелия.

**Т а б л и ц а 30. Водный баланс в различных условиях и его взаимосвязь с вымыванием азота и кальция**

Местность (тип растительности)	Сумма осадков, мм	Среднегодовая температура, °С	Испарение, мм	Инфильтрация, мм	Вымывание N/Ca (соответственно дозам вносимых удобрений и уровню урожайности)
Джунгли	2000	25	2000	0	Нет
Саванны	500	20	500	0	"
Степи	300	10	300	0	"
Пашня	800	8	600	200	От слабого до очень сильного
Пашня	1000	6	400	600	От очень сильного до слабого
Луга, пастбища	1500	6	800	700	От сильного до слабого
Лес	1000	7	900	100	Очень слабое

средних и малых круговоротах, изобразив их чисто схематически в следующем виде.

1. Почва → эрозия → река → море → ... почва (от 100 до 100 млн. лет).
2. Почва → эрозия → река → рыба → отходы → почва (от 1 года до 10 лет).
3. Почва → растение → скот → навоз → почва (от 100 до 600 дней).

Как правило, круговороты еще более многообразны, и в зависимости от системы сельскохозяйственного предприятия определенные питательные вещества вообще выпадают из них, хотя применительно к биологическим хозяйствам говорят о замкнутых круговоротах. Если проследить пути веществ в вышеприведенных агросистемах, то станет ясно, что они частично заканчиваются тупиком (вариант V, рис. 10).

## БАЛАНС ГУМУСА

В системе земледелия, преследующей цель повысить содержание гумуса в почве, балансы азота и углерода должны быть положительными. В биологическом хозяйстве, по моему мнению, этого добиться сложнее, чем в традиционном, поскольку в первом случае минерализация органических удобрений и, как результат, обеспечение почвы веществами, необходимыми для питания растений и получения высоких урожаев, должны происходить за счет усиления биологической активности почвы.

При внесении минеральных азотных удобрений удлинение периода покоя почвы и возделывание промежуточных культур способствуют гораздо более быстрому накоплению гумуса, потому что такая система не обязательно направлена на его использование в качестве источника питательных веществ, особенно азота, для растений. Необходимые ми-

неральные вещества поступают в почву с внесенными удобрениями. Однако традиционное земледелие означает, как правило, интенсификацию обработки почвы, повышение ее pH и увеличение доз азотных удобрений. Все три фактора способствуют более активному разложению гумуса, т. е. под их влиянием следует ожидать скорее снижение гумусности почвы, чем ее повышения. Это особенно заметно при выращивании культур, дающих мало растительных остатков и нуждающихся в эффекте вышеупомянутых факторов. Именно такой культурой является кукуруза на силос (табл. 31).

Т а б л и ц а 31. Балансы углерода и азота в различных хозяйствах

Культура, баланс	Поступление		Вынос	
	С, ц/га	Н, кг/га	С, ц/га	Н, кг/га
<i>Хозяйство I: зерновые культуры—рапс (без содержания скота) *</i>				
Озимый рапс	+16—30	+25—50	—20—25	—65—85
Озимая пшеница	+16—40	+20—50	—20—35	—65—115
Озимый ячмень	+16—30	+20—40	—15—35	—50—100
Всего за ротацию	+48—92	+65—140	—55—90	—180—300
Баланс С, ц/га в год		+0,7—2,3		
Баланс N, ц/га в год		—60,0—100		
Потребность в дополни-				
тельном внесении:				
С, ц/га в год		Нет		
N, кг/га в год		60—100 кг для компенсации количества азота при удоб-		
		рении соломой или внесении минерального азота под си-		
		деральную культуру или выращивание бобовых на зеле-		
		ное удобрение		
<i>Хозяйство II: зерновые—кукуруза на силос (содержание скота)</i>				
Кукуруза на силос	+8—12	+10—15	—24—40	—90—125
Озимая пшеница	+16—40	+20—50	—20—35	—65—115
Озимый ячмень	+16—30	+20—40	—15—30	—50—100
Яровой ячмень	+12—16	+15—20	—20—30	—65—100
Всего за ротацию:				
при запашке соломы	+52—98	+65—125	—79—135	—280—440
при вывозе соломы				
пшеницы с поля	+40—66	+50—85		
Баланс при запашке соло-				
мы:				
С, ц/га в год		—7—9		
N, кг/га в год		—53—78		
Баланс при вывозе соломы:				
С, ц/га в год		—10—18		
N, кг/га в год		—57—88		
Потребность в дополни-				
тельном внесении:				
С, ц/га в год	30—40 м <sup>3</sup>	бесподстилочного навоза/га в год (10 % СВ,		
		из них 40 % С)		



Культура, баланс	Поступление		Вынос	
	С, ц/га	N, кг/га	С, ц/га	N, кг/га
N, кг/га в год	25–55 м <sup>3</sup> бесподстильного навоза/га в год (0,4 % суммарного азота, из них 50 % связано органически и 50 % в виде NH <sub>4</sub> N)			

*Хозяйство III: клеверо-злаковая смесь, кормовые бобы, зерновые, пропашные культуры\*\**

Травосмесь	+20–32	+80–120	–	–
Картофель	+8–12	+20–30	–24–40	–90–125
Озимая рожь	+24–36	+30–40	–16–30	–50–100
Кормовые бобы на силос	+8–12	+60–100	–12–30	–50–100
Озимая пшеница	+16–40	+20–50	–20–35	–60–100
Озимый ячмень	+16–30	+20–40	–15–30	–50–100
Всего за ротацию	+92–172	+230–380	–87–165	–300–525
В среднем на 1 га	+13–24	+33–54	–12–24	–43–75

Баланс С\*\*\*, ц/га в год

От 0 до +1

Баланс N, кг/га в год

От –10 до –21

Потребность в дополнительном внесении:

Нет

С, ц/га в год

N, кг/га в год

Покрывается при внесении внутрихозяйственных удобрений (скармливание скоту травосмеси и силоса из кормовых бобов), так как 300 ц силоса, содержащего 3 % N с 3 га, это 900 кг N/3 га, из них 30 % – возврат с навозом, т. е. 279 кг/7 га (в семипольном севообороте) = около 40 кг N/га.

*Хозяйство IV: полеводство 40 %, лугопастбищные угодья 60 %*

Лугопастбищные* угодья	+10–20	+60–100	–	–
в среднем				
Овес	+12–16	+20–30	–15–25	–50–80
Ячмень	+10–12	+15–20	–15–25	–50–80
Кормовые бобы на силос	+8–12	+60–100	–12–30	–50–100
Пшеница	+16–30	+20–50	–15–30	–40–80
В среднем на 1 га	+11,5–17,5	+29–50	–14–27	–47–85
Баланс*4:				

лугопастбищные угодья +10–20 ц С/га в год и 60–100 кг N/га в год  
пашня –3,5–9,5 ц С/га в год и –18–35 кг N/га в год

\* С = 40 % СВ соломы.

\*\* С = 40 % СВ соломы и корней.

\*\*\* Баланс С положительный, так как при ежегодном внесении 40 кг/га бесподстильного навоза (10 м<sup>3</sup>) поступает 4 ц С/га.

\*4 Потребность в С + N покрывается с навозом на 60 % за счет лугопастбищных угодий, так как 6 × 80 ц = 480 ц кормов, содержащих 3 % N и 40 % С. В бесподстильном навозе содержится 1/3 общего количества С и N, т. е. этим полностью покрывается дефицит веществ на пашне.

В хозяйстве I (рапс и зерновые) баланс C выравнивается в том случае, когда вся солома остается в поле. Однако балансы N и гумуса остаются резко отрицательными, и, помимо азота соломы, нужно внести минеральное (компенсирующее) удобрение, что опять же стимулирует разложение гумуса. При внесении минеральных удобрений ускоряется загнивание соломы, но в то же время под влиянием интенсивной обработки настолько возрастает биологическая обработка почвы, что на прирост содержания гумуса рассчитывать не приходится. После рапса следовало бы высеять промежуточную бобовую культуру на зеленое удобрение и в качестве предшественника озимой пшеницы.

В хозяйстве II выращивание кукурузы на силос приводит к усилению отрицательного баланса C и гумуса, причем особенно заметно в стабильно теплых районах кукурузоводства. Выравнивание баланса достигается за счет того, что часть углерода и азота, вынесенных с кукурузой на силос, возвращается на пашню с внутрихозяйственными удобрениями. Увеличение закупок дополнительных кормов может привести к формированию положительного баланса по всем трем факторам (гумус, C/N) при условии не слишком сильной интенсификации обработки почвы.

В хозяйстве III при выравненном без внесения навоза балансе C баланс азота, как и в хозяйстве II, продолжает оставаться отрицательным, если брать в расчет только остатки соломы и корней. Однако внесение внутрихозяйственных удобрений, скопившихся в результате скармливания силоса из травосмеси и кормовых бобов, в конце концов приводит к положительному балансу по всем трем факторам.

В хозяйстве IV выводятся две отдельные группы балансов — по многолетним лугопастбищным угодьям и по пашне. В первом случае (обработка почвы не проводится) баланс гумуса—C/N постоянно положителен. Это позволяет прийти к выводу о целесообразности промежуточного использования лугопастбищных угодий под пашню хотя бы для частичной утилизации богатых запасов C и N (табл. 32).

Отрицательный C/N-баланс на пашне постепенно выравнивается при внесении навоза (скармливание зеленых кормов, стравливание). Если севооборот включает только зерновые, 15—30 % навоза должны пойти на баланс гумуса и азота, а 12—30 % — на баланс углерода. При включении в севооборот 50 % пропашных культур на пополнение запасов C и N потребовалось бы 25—50 % навоза от внесенного количества (в пересчете на 40 % пашни всего хозяйства). Поскольку лугопастбищные угодья не требуют внесения компенсирующих удобрений по C или N (как замену гумуса), для создания выравненного баланса C/N—гумуса по всему хозяйству можно рассчитать потребную площадь лугопастбищных угодий при отсутствии кормовых культур в севообороте или же площадь последних в процентах к пахотным землям. В 20—40-х годах нашего столетия именно этот метод практиковался в передовых хозяйствах Германии, причем доля лугопастбищных угодий или кормовых культур в сево-

Таблица 32. Мобилизация и компенсирование запасов С и N

Содержание гумуса, %	Мобилизация, кг/га		Компенсация за счет органики	
	С	N	при внесении минеральных удобрений	при внесении органических удобрений
1,5	20–40	200–500	Рапс на зеленое удобрение (посев в конце августа) + 40 кг N	100 ц навоза или смесь горох+вика на зеленое удобрение
3,0	40–80	400–1000	Горчица на зеленое удобрение (посев в начале августа) + 75 кг N	200 ц навоза или посев клеверо-злаковой травосмеси (апрель)
4,5	80–160	800–2000	Редька масличная, подсолнечник или одноплетная злаковая трава на зеленое удобрение (посев в конце июля) + 150 кг N	300 ц навоза или кормовые бобы (горох) на зеленое удобрение (посев в конце июля)

обороте колебалась от 15 до 70 % в зависимости от климата и типа почвы (расчеты проводились по системе биологическая активность почвы X X время — месяцы с повышенной температурой в течение года).

Минерализация (1–3 % для азота) и разложение (для углерода) достигают среднего уровня только при благоприятных соотношениях температуры воздуха и влажности почвы применительно к конкретным условиям местности. Даже на высоте 2000–2500 м над уровнем моря, где вегетационные периоды короткие, количество осадков большое (недостаток кислорода в почве), а инсоляция очень интенсивная (быстрое высыхание почвы, недостаток влаги), в верхнем слое почвы глубиной до 10 см, содержащем от 4,5 до 7,0 % гумуса, находится не более 50–60 кг N/га в доступной для растений форме. Публикуемые в литературе о биологическом земледелии балансы, рассчитанные только на поступление 1–3 % азота из запасов гумуса, должны приводить биологические хозяйства, находящиеся в аналогичных климатических и почвенных условиях, прямо к фиаско, во всяком случае умеренному.

Большое преимущество использования минеральных азотных удобрений в прохладных и влажных регионах заключается в том, что при внесении легкодоступного минерального азота запасы гумуса не растрачиваются. В условиях интенсивной обработки почвы это приводит к снижению ее гумусности, ухудшению структуры и, следовательно, к плохой пахотопригодности. На тяжелых сырых почвах применение современной почвообрабатывающей техники возможно лишь на фоне биологической и физической обработки почвы. Что же касается переувлажненных глинистых почв со слишком низким содержанием гумуса, то они пригодны только под лугопастбищные угодья или лесоразведение (хотя при желании здесь можно открыть и гончарное производство).

## 11. ВНЕСЕНИЕ УДОБРЕНИЙ И БАЛАНСЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

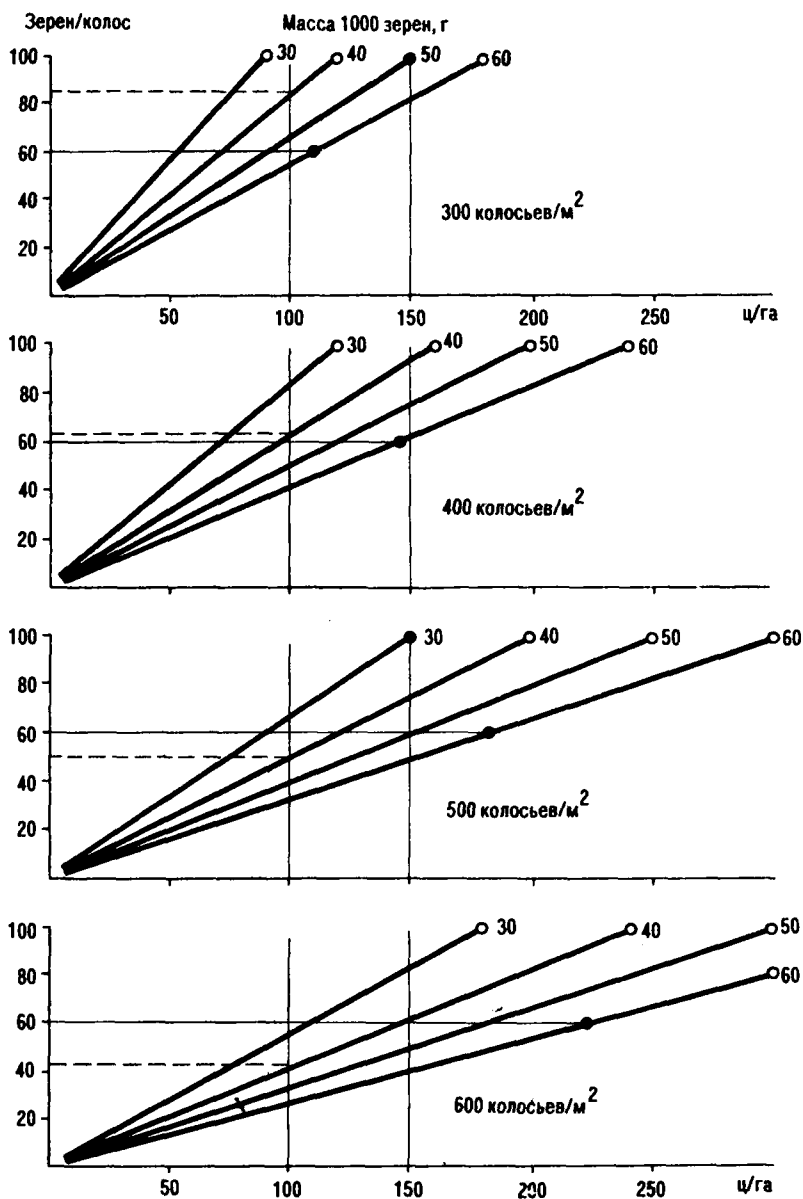
Гармоничное снабжение культурных растений питательными веществами зависит от множества факторов. Смена погодных условий и различные типы почв определяют варьирование количества и качества растениеводческой продукции "во времени и пространстве". Причиной изменений, кроме того, может быть неправильный питательный режим. Чтобы обеспеченность растений была хотя бы удовлетворительной, почва должна содержать питательных веществ больше, чем необходимо растению для формирования урожая. При количественном определении запасов почвы проблема заключается в различных потребностях видов, включенных в севооборот. Рекомендуемая концентрация  $K_2O$  или  $P_2O_5$  в мг/100 г почвы может быть слишком высокой для одной культуры и недостаточной для другой соответственно виду растений и влажности почвы. Следовательно, можно сказать, что у почвы есть биолого-химический и физический буферы, причем и для минеральных веществ, и для воды.

Достаточные гумусность и биологическая активность наряду с умеренным содержанием глинистых частиц и мощным пахотным горизонтом — признаки так называемых плодородных почв. Круговорот всех без исключения питательных веществ возможен только на заброшенных участках с умеренным количеством бобовых, где не происходит окультуривания почвы и инфильтрации осадков, в то время как в условиях активной естественной инфильтрации или при использовании почвы под пашню, т. е. при выносе с урожаем питательных веществ, запасы последних постепенно истощаются. *Таким образом, внесение удобрений необходимо.*

Дозирование удобрений зависит от размеров выноса питательных веществ из почвы, а последний — от уровня урожайности, которого можно достичь двумя путями. Во-первых, это реализация генетически заложенного потенциала продуктивности вида или сорта (рис. 11).

Разъяснения к рисунку 11. Сорт ярового ячменя, имеющий массу тысячи зерен 40 г и 20 зерен на колос, даже при густоте стояния 600 продуктивных стеблей на  $1\text{ м}^2$  может дать не более 48 ц/га (чисто теоретически), причем на фоне доз азота, перекрывающих потребности культуры (120 кг N/га), этот урожай скорее снизится, чем возрастет.

Для получения 100 ц/га пшеницы с массой зерен 50 г и при наличии 400 колосов на  $1\text{ м}^2$  в каждом колосе должно быть 50 зерен, при густоте стояния 500 колосов — 40 и при 600 колосах на  $1\text{ м}^2$  — 33 зерна.



**Рис. 11.** Теоретический максимальный урожай зерновых при варьирующих компонентах продуктивности.

При 100 %-ной трансформации азота доза его, необходимая для зерна и соломы, должна быть равна 240 кг/га, при 80 %-ной трансформации – 300, при 66 %-ной – 360 и при 50 %-ной – 480 кг/га. Если принять, что в последнем варианте потери азота составят 240 кг/га, то это теоретически соответствует количеству нитратов свыше 1000 кг/га.

Предпосылка получения 100 ц зерна с 1 га – многократное, частое внесение азота или же постоянное наличие его источника в почве, что реально только в условиях выравненного водного режима и невысокой концентрации солей. Следовательно, далеко не каждое поле пригодно для получения максимальных урожаев.

Во-вторых, это использование естественных факторов, влияющих на урожай в данной местности (осадки, запасы влаги в почве, температура, инсоляция) в сочетании с агроприемами. Дозы удобрений зависят и от целенаправленности культуры, от того, как будет использован урожай – на продажу (зерно), на скормливание скоту (сено, зеленые корма), на возврат в почву (зеленое удобрение, заплата или сжигание соломы). Разные способы использования урожая предусматривают или полный вынос минеральных веществ с продаваемой продукцией, или полный их возврат в почву уже после выноса с растительными материалами.

В-третьих, дозы удобрений устанавливаются с учетом естественных потерь питательных веществ (вымывание, испарение, отложение в почве) и наличия запасов, которые можно использовать в течение определенного времени, не нарушая природного плодородия почвы, например запасы азота при высоком содержании в ней гумуса (табл. 33, рис. 12).

Т а б л и ц а 33. Запасы азота при различном содержании гумуса в слое почвы глубиной до 40 см

Содержание гумуса, %	Содержание азота, %	Соответствующие запасы азота (кг) на глубине		
		0–10 см	0–20 см	0–40 см
1,57	0,1	1500	3000	6000
3,14	0,2	2000	6000	12000
4,71	0,3	4500	9000	18000
6,28	0,4	6000	12000	24000
7,75	0,5	7500	15000	30000

Разъяснение к рисунку 12. Урожай пшеницы, полученные при внесении 50 кг N/га, и рост ее продуктивности при увеличении доз азота до 150 кг/га показывают, что в данном случае участок характеризуется сравнительно мощными запасами азота в почве. Однако по годам и на разных полях в отдельные годы поступление азота из почвы было очень неравномерным, именно этим объясняются различные уровни урожайности пшеницы в течение трех лет опыта. На фоне 50 кг N/га урожай сорта Бенно составлял в 1977, 1978 и 1979 гг. соответственно 35, 63 и 90 ц/га.

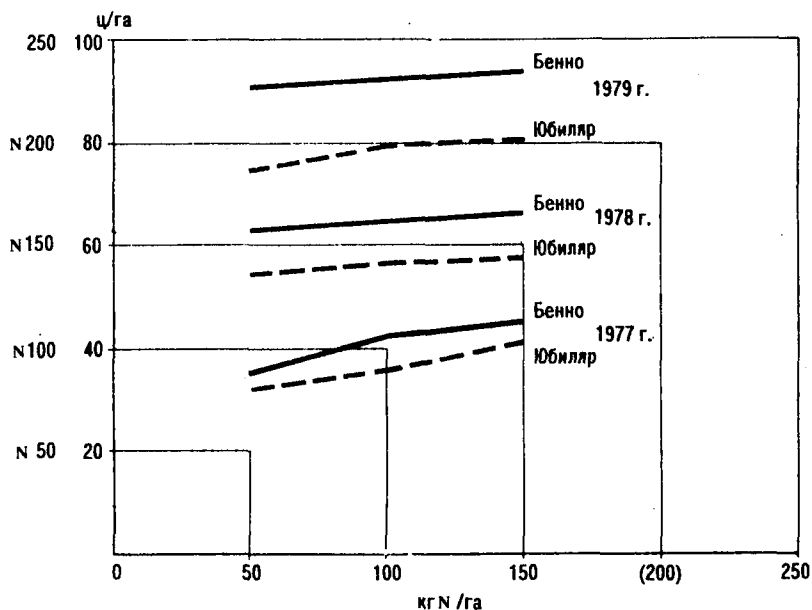


Рис. 12. Изменение урожайности двух сортов пшеницы в зависимости от доз азота (данные трехлетнего опыта).

Полученные результаты служат доказательством того, что при хорошей подготовке почвы, т. е. многолетнем удобрении органикой (поступление азота из почвы), можно в течение кратковременных периодов получать высокие урожаи, отказавшись от внесения минерального азота или внося его лишь в очень низких дозах. Однако надо совершенно четко себе представлять, что через 1–3 года резервы почвы, как правило, оказываются исчерпанными и уровень урожайности резко снижается.

Удобрение, т. е. компенсация вынесенных питательных веществ или поставка дополнительного их количества для получения таких же высоких урожаев, как, например, при орошении (оптимизация водного режима почвы) или при мелиорации подпахотного горизонта (оптимизация воздушного режима почвы), — мероприятие очень важное. Возникающие при этом проблемы нельзя решить, внося только минеральные или только органические удобрения, это доказывает опыт прошлого.

На конкретном участке и при каждом запланированном уровне урожайности или соответственно требованиям возделываемой культуры необходимо установить, какие удобрения — органические или минеральные — будут иметь преимущественное значение, что, естественно, зависит и от финансовых возможностей каждого хозяйства.

Внесение минеральных удобрений — это в первую очередь прямая компенсация потерь почвы. Одновременно данный агроприем прямо или

косвенно отражается на физических, химических и биологических качествах почвы и, следовательно, может привести к ее "оздоровлению" или "заболеванию".

*Органические удобрения*, наоборот, непосредственно изменяют физические и биологические параметры почвы и служат источником питательных веществ для растений часто лишь вторично. По этой причине все опыты подтверждают *оптимальное влияние комбинированного органоминерального удобрения*.

Цели, преследуемые при внесении органических удобрений, можно рассматривать в следующей прямой последовательности.

Увеличение урожаев—их стабилизация—повышение качества

1. За счет улучшения питательного режима для растений:

- возделывание бобовых как предшественников (азот);
- внутрихозяйственные удобрения (N, P, K, Ca, Mg, микроэлементы);
- зеленое удобрение.

2. За счет улучшения водного режима почвы:

- повышение гумусности почвы (внесение навоза, периоды покоя);
- более активное разрастание корней в подпахотном горизонте (растения с глубокопроникающими корнями, ходы дождевых червей);
- снижение расхода воды в пересчете на 1 кг получаемой массы урожая (коэффициент транспирации);
- снижение испарения влаги из почвы (эвапорация).

3. За счет более активного газообмена между почвой и воздухом (отдача почвой  $\text{CO}_2$  — поступление в почву  $\text{O}_2$ ):

- борьба с запыливанием (стабильная оструктуренность пахотного слоя, мульчирование);
- увеличение объема макропор почвы;
- активизация ассимиляции при отдаче  $\text{CO}_2$  почвой.

4. За счет фитосанитарного эффекта:

- борьба с нематодами;
- борьба с грибными болезнями (активизация сапрофитов);
- более быстрое разложение пестицидов.

Кроме того, прослеживается зависимость эффективности органических удобрений от различных факторов (рис. 13). Если же попытаться свести в одну таблицу все возможные типы действия различных мер по внесению органики (табл. 34) и сопоставить их друг с другом и с действием какого-либо минерального удобрения или отдельного питательного вещества, то станет ясно, что *удобрение как агроприем не всесильно*.

Одни удобрения обладают специфическим действием, другие в своей эффективности универсальны. Например, универсальный эффект дает внесение подстильного навоза или возделывание клевера и люцерны, в то время как бесподстильный навоз, солому или отдельные питательные вещества основного минерального удобрения следует считать удобрениями специфического действия.



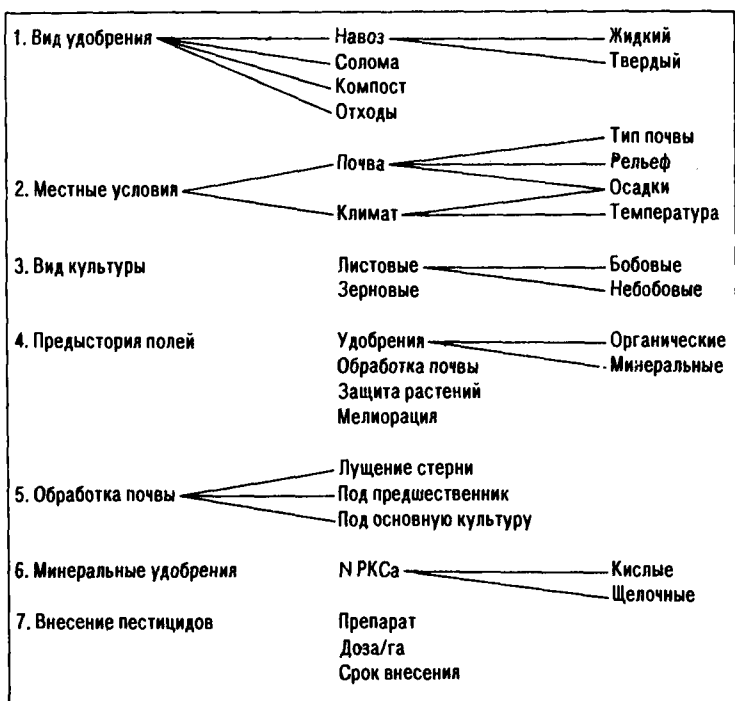


Рис. 13. Факторы, влияющие на эффективность органических удобрений.

Составить балансы питательных веществ сравнительно просто при отсутствии в хозяйстве скота, но намного сложнее при наличии скота и включении в севооборот люцерны.

Полученная продукция или остается в хозяйстве, или идет на продажу. Последнее всегда связано с массовой потерей минеральных веществ, т. е. с нарушениями их внутрихозяйственных круговоротов, в том числе и в биологических хозяйствах. Скармливание урожая скоту обеспечивает круговорот с включением навоза как одного из звеньев, удобрение соломой ведет к полному круговороту содержащихся в ней питательных веществ. При сжигании соломы нарушается круговорот С, однако его можно восстановить путем введения бобовой культуры как промежуточной. По данным таблицы 35 (а), при выращивании пшеницы питательные вещества учитываются в балансе и хозяйства, и данного поля. Возделывание люцерны на сено, зеленый корм или для продажи сена особенно осложняет составление баланса азота, поскольку остатки корней люцерны в любом случае положительно отражаются как на балансе хозяйства, так и на балансе поля. При скармливании люцерны (но не при продаже сена) азот становится составным звеном баланса

86 Таблица 34. Сравнительная эффективность разных удобрений

Показатель	Эффект	Навоз		Солома	Кле- вер, люцер- на	Рапс на зеленое удобре- ние	Кор- мовые бобы	Минеральные удобрения			
		под- стилоч- ный	беспод- стилоч- ный					N	P	K	Ca
Компенсация азота	Химический	(*)	(*)	—	***	—	**	*	—	—	—
Компенсация РКСа		(*)	(*)	—	—	—	—	—	*	*	*
Оструктурен- ность пахотного слоя		*	—	(*)	*	**	**	—	(*)	—	*
Обработка под- пахотного слоя	Физический	—	—	—	**	—	*	—	—	—	—
Увеличение за- пасной влаги		*	—	*	**	*	*	—	—	—	(*)
Усиление инфильт- рации		*	(*)	*	**	**	**	—	—	—	(*)
Ослабление эрозии		*	(*)	*	***	**	**	—	—	—	(*)
Борьба со свек- ловичной и стеб- левыми немато- дами	Биологический	*	—	—	**	—	**	—	—	—	(*)
Борьба с корневы- ми гнилями		*	(?)	—	**	*	*	—	—	—	(*)
Подавление семян сорняков		(*)	*	—	**	*	—	—	—	(*)	—

хозяйства, но не проявляется в балансе поля (см. табл. 35, б). Поэтому каждый из балансов следует рассмотреть более подробно.

Т а б л и ц а 35. Компенсация питательных веществ за счет круговоротов или дополнительных закупок

Возможности использования	Вынос, кг/га			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO

а. В ы р а щ и в а н и е п ш е н и ц ы

1. Продажа	}	с зерном (50 ц)	100	50	50	5
2. Скармливание						
3. Сжигание	}	с соломой (50 ц)	25	10	75	15
4. Продажа						
5. Скармливание						
6. Удобрение						

При оценке по пунктам 1–6 отдельные вещества идут на балансы

	Хозяйства				или	поля			
	N	P	K	Ca		N	P	K	Ca
1. Непосредственно	*	*	*	*		*	*	*	*
2. Через продажу продуктов животноводства	*	*	*	*		*	*	*	*
3. См. выше	*	—	—	—		*	—	—	—
4. Непосредственно	*	*	*	*		*	*	*	*
5. См. п. 2	*	*	*	*		*	*	*	*
6. См. выше	—	—	—	—		—	—	—	—

б. В ы р а щ и в а н и е л ю ц е р н ы

1. Продажа	}	Сено/свежий корм
2. Скармливание		
3. Зеленое удобрение		
4. Удобрение (стерня, корни)		

При оценке по пунктам 1–4 отдельные вещества идут на балансы

	Хозяйства					или	поля				
	N	P	K	Ca	Mg		N	P	K	Ca	Mg
1. Непосредственно	—	*	*	*	*		—	*	*	*	*
2. Через продажу продуктов животноводства	*	*	*	*	*		*	*	*	*	*
3. См. выше	*	—	—	—	—		*	—	—	—	—
4. См. выше	*	—	—	—	—		*	—	—	—	—

## ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫЙ БАЛАНС ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ

В хозяйствах без содержания скота составить такой баланс относительно легко: суммарное количество минеральных веществ вычисляют по объему проданной продукции (урожай) и содержанию в ней N, P, K, Ca и Mg, а также по потерям азота в результате вымывания.

Полученные данные сопоставляют с показателями поступления питательных веществ. В биологических хозяйствах оно осуществляется, как правило, через бобовые. При выращивании зернобобовых — это содержание азота в корнях и надземной массе, а также в навозе при скормливании скоту зерна. При выращивании сидеральных культур — это суммарное количество азота в стеблях и корнях. Содержание азота в корнях можно определить лишь приблизительно, но в стеблях — достаточно точно, используя данные урожайности и видо- и сортоспецифические показатели по этому признаку (табл. 36). Запасы P, K, Ca и Mg восстанавливают за счет покупки удобрений, отходов или кормов.

Т а б л и ц а 36. Содержание азота в стеблях различных бобовых культур-сидератов [ по 68 ]

Культура (сорт)	N, %	Культура (сорт)	N, %
Кормовые бобы		Клевер луговой	4,2
Герра	2,9—4,6	Клевер белый	3,7—4,1
Фрейя	3,1—4,2	Клевер шведский	3,7—4,2
Миника	3,0—4,4	Клевер инкарнатный	3,8—4,4
Феликс	2,9—4,7	Клевер персидский	4,4—5,2
Вика яровая	3,7—4,8	Клевер александрийский	3,6—4,6
Соя	2,6—5,6	Сераделла	4,0—4,1
Горох кормовой	3,4—4,5	Люцерна хмелевидная	4,1—4,5
Чина	3,7—5,0	Люцерна*	4,0—4,7
Люпин белый	4,6—4,7	Люцерна*	3,5—4,2
Люпин синий	4,5—4,9	Язвенник многолистный	3,6—4,0
Люпин желтый	4,6—5,0	Эспарцет	4,5—5,0

\* Культура люцерны с семенами разного происхождения.

В хозяйствах, где скот не содержится, а в севообороте нет бобовых, все проданное количество NPKCa должно быть возвращено в виде закупаемых минеральных удобрений или при возможности с органическими удобрениями. Это же относится к животноводческим хозяйствам, не закупающим корма дополнительно, однако потери за счет продажи у них ниже.

В приложении к этой книге (стр. 193) приведены балансы четырех хозяйств (без животноводства и с содержанием до 10 голов КРС на 1 га), которые рассмотрены с точки зрения поступления и потерь минеральных веществ. Расчеты показывают, что хозяйство, не содержащее скота, как уже говорилось раньше,

встает перед необходимостью дополнительных закупок минеральных удобрений. При наличии 2–3 голов КРС/га проданные с продукцией минеральные вещества восполняются, как правило, путем закупки кормов, что позволяет несколько выравнять баланс. Очень велик избыток азота в хозяйстве IV, поскольку из-за содержания свиней здесь приходится закупать значительное количество кормов, однако этот избыток является лишь расчетным. При аэрации в окислительном канале бесподстилочный навоз теряет приблизительно 90 % азота, в результате избыток составляет не 270 кг, а едва 30, но и они прочно связаны органически и мало доступны растениям. Значительный избыток фосфора ведет к заметному обогащению почвы этим питательным элементом. Здесь следует задуматься над следующим: в течение какого времени можно вносить такое удобрение и не придется ли через 3–4 года продавать бесподстилочный навоз из-за этого избытка?

## ПРИМЕЧАНИЯ К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВНУТРИХОЗЯЙСТВЕННЫХ УДОБРЕНИЙ

Цели и эффект от внесения минерального и разных видов органических удобрений могут быть и одинаковыми, и различными. Удобрение соломой — ни в коей мере не способ компенсации NPK, потерянных с проданным зерном, но зато способ восстановления гумуса и C в почве. Минеральный азот или бесподстилочный навоз обеспечивают компенсацию недостающего азота, который необходим, помимо прочего, для повышения биологической активности почвы и, следовательно, для разложения внесенной соломы (рис. 14–16). Ведь не может же минеральное удобрение быть в этом случае "ядом" для почвы?

Внесение органического удобрения (а с точки зрения компенсации утерянных минеральных веществ его вообще нельзя рассматривать как таковое) сопровождается рядом эффектов, которыми не обладают минеральные удобрения. Следовательно, органику нельзя вносить бездумно, необходимо детально рассмотреть все цели, способы и возможные побочные действия такого агроприема. При этом очень быстро становится ясно, что о многих органических удобрениях, например о клещевинном шроте, свиной щетине, оскорне и др., о их биологической, химической и физической активности известно еще слишком мало. Следует обдумать также и нижеприведенные целевые конфликты, связанные с хранением и подготовкой органических удобрений.

Цели подготовки бесподстилочного навоза	{ <div>           Гигиенически безупречное состояние            Отсутствие запаха            Высокое содержание доступного растениям азота (N-удобрение)            Высокое содержание суммарного азота            Низкое содержание доступного азота (PKCa-удобрение)         </div> }	Интенсивная аэрация, высокие pH и температура
		Осторожная аэрация, низкий pH
		Без аэрации
		Или без аэрации или, наоборот, очень интенсивная аэрация

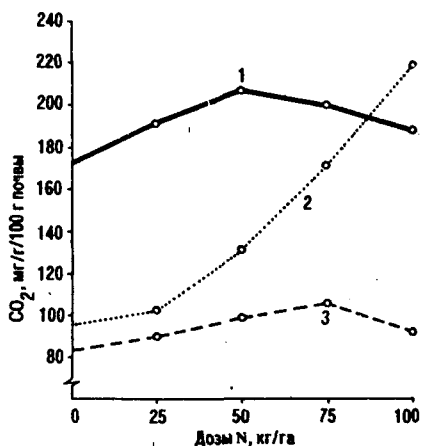
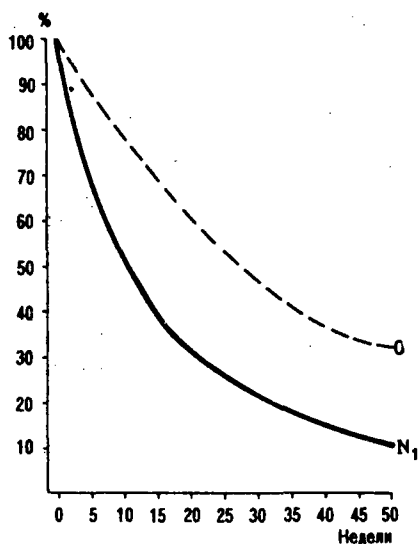


Рис. 14. Изменение содержания клетчатки в процессе разложения соломы [по 6].

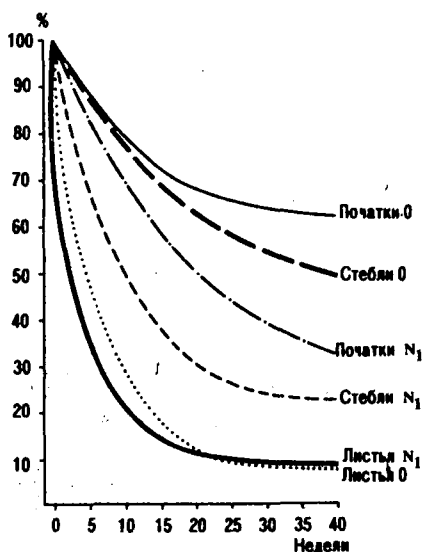


Рис. 15. Взаимосвязь между содержанием углерода в корнях разных растений и дозами азота [по 112]:

1 – кукуруза; 2 – пшеница; 3 – лен.

Рис. 16. Изменение содержания клетчатки в процессе разложения зеленой массы кукурузы [по 6].

Бесподстилочный навоз становится гигиенически безупречным особенно быстро в результате самосогревания и при высоком pH в процессе аэрации, но оба процесса ведут к тому, что равновесие  $\text{NH}_4\text{--NH}_3$  сдвигается в сторону газообразного и легкоиспаряющегося аммиака (рис. 17). Под влиянием микроорганизмов из разлагающихся при аэрации органических компонентов бесподстилочного навоза высво-

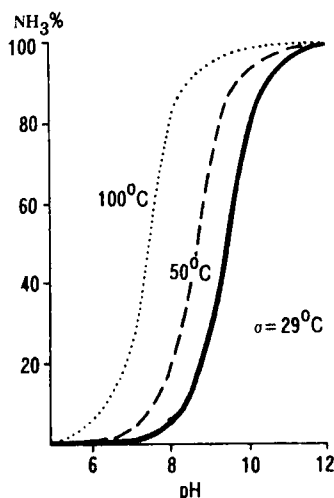


Рис. 17. Взаимосвязь между выделением аммиака, pH почвы и температурой.

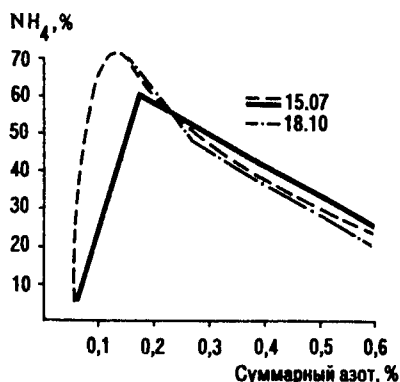


Рис. 18. Содержание суммарного азота и  $\text{NH}_4$  в бесподстильном навозе.

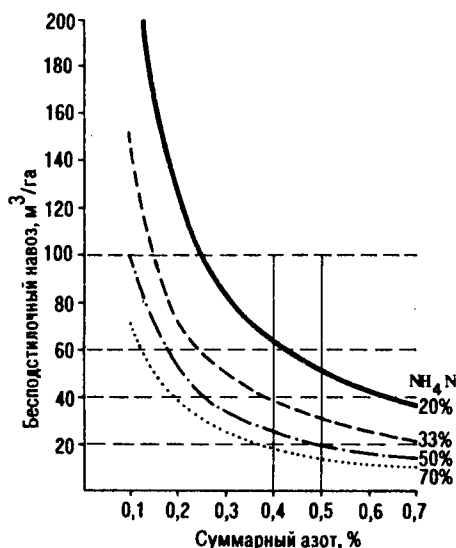


Рис. 19. Изменение доз бесподстильного навоза в зависимости от содержания в нем суммарного азота и  $\text{NH}_4$ .

бождается  $\text{NH}_4$ , выделяющийся в виде аммиака, т. е. содержание суммарного азота постоянно снижается. В то же время доля  $\text{NH}_4\text{-N}$  в суммарном азоте увеличивается (рис. 18, табл. 37) до тех пор, пока не прекратится высвобождение  $\text{NH}_4$  из органических компонентов бесподстильного навоза. Таким образом, обеспечение развивающихся растений пшеницы определенным количеством доступного азота из внесенного в безопасной дозе бесподстильного навоза возможно лишь в том случае, если в навозе одновременно достаточно и суммарного азота, и  $\text{NH}_4\text{-N}$ . В соответствии с рисунком 19, при внесении  $10 \text{ м}^3/\text{га}$  бесподстильного навоза, содержащего 0,7 % суммарного азота с 70 %  $\text{NH}_4\text{-N}$ ,

каждый гектар пшеницы получит 50 кг чистого  $\text{NH}_4\text{—N}$ . Если же бесподстильный навоз содержит только 0,4 % суммарного азота с 20 %  $\text{NH}_4\text{—N}$ , его доза должна быть увеличена до 60 м<sup>3</sup>/га.

Т а б л и ц а 37. Содержание суммарного азота и  $\text{NH}_4\text{—N}$  в разных видах бесподстильного навоза (по Гуцману, неопубл.)

Вид и способ обработки бесподстильного навоза	Содержание суммарного азота (%) при отборе проб		Содержание $\text{NH}_4\text{—N}$ (%) к суммарному N при отборе проб	
	15.07.77	18.10.77	15.07.77	18.10.77
Навоз КРС (молочные коровы) + вода + солома, открытые сборники, осторожная аэрация, плотный поверхностный слой	0,17	0,15	59	73
Навоз племенных быков, без добавления воды, соломы, без аэрации, легкий поверхностный слой	0,38	0,60	32	20
Навоз свиней, щелевые полы, окислительный канал, длительная аэрация	0,065	0,27	5	48

Влияние азота внутрихозяйственных или минеральных удобрений на урожай зависит не только от таких конкретных факторов, как сроки внесения, погода, способ обработки почвы или содержание гумуса ( $\text{N}_{\text{мин}}$ ), но и от вторичных компонентов удобрений, в частности от наличия питательной среды для микроорганизмов. Влияние минеральных азотных удобрений на продуктивность пшеницы так велико потому, что почвенные микроорганизмы часто не могут использовать такой источник азота, не получая одновременно источника энергии в виде органического вещества. Известно, что минеральное азотное удобрение часто остается неэффективным, если источником C служит солома. В конкурентной борьбе за азот как питательное вещество микроорганизмы из-за своей многочисленности всегда имеют преимущество перед растениями. Следовательно, чтобы обеспечить положительное влияние органического удобрения на урожай, нужно внести в почву такое количество азота и углерода, чтобы для растений создался избыток первого, а для бактерий — дефицит второго. В опыте, результаты которого приведены в таблице 38, внесение 30 кг  $\text{NH}_4\text{—N}$  в форме навоза обеспечило только 19 ц/га пшеницы, т. е. почти как и без удобрения, поскольку в почве был мощный источник энергии для бактерий, а растения страдали от недостатка азота.

Такое состояние неэффективности компостированного (биологически) навоза с точки зрения влияния на урожай сохраняется



в данном хозяйстве уже восемь лет (условия: 750 м над уровнем моря, 700 мм осадков, среднегодовая температура 7,1 °С, суглинки с содержанием гумуса 4,5–5,5 %, Швабская Юра). В то же время внесение 60 кг/га  $\text{NH}_4\text{-N}$  в виде азрированного свиного бесподстилочного навоза с содержанием 0,25 % суммарного азота и 60 %  $\text{NH}_4\text{-N}$  (при азрации выделилось также очень много С в форме  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$ ) привело к такому же приросту урожаев, как и на фоне 90 кг минерального азота. Однако в этом опыте решающую роль сыграли сроки внесения навоза – в фазу кушения до выхода в трубку (см. табл. 38).

**Т а б л и ц а 38.** Урожай озимой пшеницы при внесении бесподстилочного и подстилочного навоза с разным содержанием суммарного азота и  $\text{NH}_4$  в пересчете на 1 га (по данным 1977 г.)

Тип хозяйства	Вид и доза удобрений	Урожай пшеницы, ц/га
Биологическое	Подстилочный навоз, 180 кг N в компосте = 30 кг растворимого N	18,9
То же	20 м <sup>3</sup> азрированного жидкого бесподстилочного свиного навоза = 30 кг растворимого N	28,4
То же	40 м <sup>3</sup> азрированного бесподстилочного свиного навоза = 60 кг растворимого N	38,3
То же	60 м <sup>3</sup> азрированного бесподстилочного свиного навоза = 90 кг растворимого N	36,3
Контроль – традиционное хозяйство	90 кг азота минеральных удобрений на 1 га	38,2

**П р и м е ч а н и е.** Подкормка навозом проведена в мае.

**Т а б л и ц а 39.** Влияние органического удобрения на урожайность в зависимости от его качества [ по 163 ]

Консистенция навоза	C:N	Доля активного азота	Влияние на урожайность
Грубая	20:1	Средняя	Умеренное
Тонкая	20:2		> 1
Жидкая	20:1		> 2
Грубая	15:1	Высокая	> 1
Жидкая	15:1		Высокое
Грубая	20:1		≈ 4
Жидкая	20:1	Низкая	4–5
Тонкая	15:1		≈ 7
Жидкая	15:1		Очень сильное
Грубая	25:1		Отрицательное
Жидкая	25:1		Резко отрицательное

На уровень урожайности небобовых культур влияет не только содержание азота в органическом удобрении, но также консистенция последнего (грубая у подстилочного навоза, тонкая у компостированного, жидкая у бесподстилочного навоза) и соотношение С:N (табл. 39).

Таким образом, совершенно безответственно (и об этом уже говорилось выше) в брошюрах по вопросам перехода на экологическое земледелие давать такие советы, как "удобрять в соответствии с возможностями хозяйства пахотный слой стойловым навозом или компостом, а всю почву — доломитовой мукой" [116]. Однако подобные рекомендации публикуются, хотя известно, что целый ряд культур, особенно зерновые, вообще не в состоянии утилизировать сырой фосфат для формирования урожая, не говоря уже о фосфате из доломитовой муки (табл. 40).

Т а б л и ц а 40. Прирост продуктивности разных культур при внесении льежского фосфата из расчета 1 г сырых фосфатов на 5 кг почвы

Культура	При- бавка, г	Культура	При- бавка, г	Культура	При- бавка, г
Пшеница	0	Клевер инкарнат- ный	1,70	Сахарная свек- ла*	5,5
Полба	0	Пушица	1,90	Картофель*	7,70
Рожь	0	Морковь	2,15	Кукуруза	9,00
Ячмень	0	Спаржа	2,80	Яровая вика	9,50
Овес	0	Могар	2,85	Капуста	10,0
Овсец луговой	0	Клевер белый	3,50	Горох	15,70
Тимофеевка	0	Клевер луговой	4,25	Брюква	16,50
Райграс	0,45			Горчица	21,05
Сераделла	1,45	Люцерна	5,40	Конопля	21,85
		Гречиха	6,95		

\* На 25 кг почвы.

В хозяйстве, где перед переходом на биологическое направление почва не была традиционно обеспечена высокими дозами РК-удобрений, едва ли удастся получить хорошие урожаи клевера, т. е. аккумуляция азота будет незначительной. Из-за дефицита азота на основе плохой обеспеченности почвы фосфором и калием невысокими будут и урожаи зерновых. Программа перестройки, составленная компетентными консультантами с учетом специфики конкретного хозяйства, является, таким образом, предпосылкой введения целого ряда биоприемов как в биологическом, так и в традиционном хозяйстве.

Очевидно, для ликвидации избытка или дефицита питательных веществ органику использовать еще труднее, чем минеральные удобрения.

ния, поскольку в зависимости от соотношения C:N органического вещества, консистенции органического удобрения (грубая, тонкая, плотная, жидкая), доли эффективного азота относительно его суммарного содержания, а также от вида культуры, требующей удобрения, действие на урожай может быть резко отрицательным, отрицательным, умеренным, сильным или очень сильным (см. табл. 39).

На качество органических удобрений влияют все способы подготовки, т. е. перебивки, компостирования, аэрации. Гигиенически безукоризненный бесподстилочный навоз со слабым запахом не может служить высокоактивным азотным удобрением, так как теряет часть азота в процессе обработки. В то же время для удобрения лугопастбищных угодий с высоким содержанием бобовых культур он более пригоден, чем обогащенный азотом бесподстилочный навоз, стимулирующий развитие только трав и других небобовых видов. Следовательно, в биологическом хозяйстве лугопастбищного направления бесподстилочный навоз нужно азировать сильнее, чем в полеводческом хозяйстве. В последнем же случае следует по возможности сохранять весь азот и в бесподстилочном навозе, и в других органических удобрениях, чтобы полностью использовать его для небобовых культур севооборота.

Любое хозяйство биологического типа независимо от его направленности имеет свои специфические проблемы относительно баланса минеральных веществ. Избыток одного или нескольких веществ нежелателен так же, как и дефицит, причем, например, дефицит азота может отразиться на состоянии зерновых скорее, чем небольшая нехватка фосфора и калия на развитии бобовых. Слабая обеспеченность фосфором и калием или низкие лактатные показатели этих веществ сказываются на урожайности зерновых не так заметно, как дефицит азота.

Следовательно, можно прийти к выводу, что хозяйство (будь то биологическое или традиционное), где при высоких дополнительных затратах кормов или постоянном использовании одних и тех же местных отходов сохраняется как общий баланс питательных веществ, так и балансы полей и баланс трансформации, получает активную поддержку со стороны консультационных служб.

## БАЛАНС ПОЛЯ

В этом балансе к потерям относят количество NPK, вынесенное с данного поля с урожаем небобовых культур, а при удобрении соломой — только с зерном и компенсируемое за счет внесения минеральных или органических удобрений. Кроме того, учитываются потери азота при сжигании соломы, вымывании и денитрификации. Однако азот, вынесенный с урожаем включенных в ротацию бобовых, в учет не принимается, поскольку он не отражается на балансе поля, но входит в баланс всего хозяйства (после скормливания урожая скоту). Источником поступающего в почву азота считаются только остающиеся в поле растительные остатки бобовых.

Разница между потерями и поступлением отражает необходимые размеры компенсации, причем только для всего севооборота, а не по отдельным культурам. Независимо от незначительного выноса NPK, например с яровым ячменем, идущая за ним кукуруза предъявляет гораздо большие требования к питательному режиму. Таким образом, балансы поля по минеральным веществам в качестве балансов севооборота расходятся с планами внесения удобрений.

## БАЛАНС ТРАНСФОРМАЦИИ

Баланс трансформации наряду с балансом поля отражает возможные потери питательных веществ, внесенных с удобрениями, или возможное накопление этих веществ в почве. Далее эти изменения можно установить по лактатным показателям, содержанию суммарного фосфора и калия или по возрастанию гумусности. Экономически наиболее выгодно 100 %-ная трансформация любого удобрения в урожай, однако выше уже говорилось, что это исключено применительно к азоту при накоплении гумуса в почве. В то же время, по данным опытов с удобрением соломой, при внесении большого количества С обогащение почвы азотом вполне возможно. Через 4—6 лет часть такого биологически связанного азота вновь переводится в урожай, который и без удобрений будет выше, чем до внесения органики. Следовательно, надо уметь мыслить на перспективу, т. е. учитывать, что периоды перестройки биологических хозяйств в зависимости от истории полей могут быть и краткими, и сравнительно длинными (см. неэффективность азота в табл. 38).

Степень трансформации азота удобрений в урожай может служить хорошим показателем наличия отрицательно действующих факторов (уплотнение подпахотного горизонта, общее переуплотнение почвы, накопление возбудителей, вредителей и т. д.), которые иногда резко ослабляют трансформацию.

Составить баланс трансформации органических удобрений значительно сложнее, чем минеральных. На примере шести хозяйств (по два в каждом варианте, где одно хозяйство как традиционное применяет только азотное минеральное удобрение, а второе как биологическое — только органику) попробуем проследить, как трансформируется азот соответственно вариантам при внесении 0, 60 или 120 кг/га и какие экологические или экономические выводы, помимо прочих, можно или нужно сделать из этого (табл. 41).

Прямая трансформация 18—55 % азота в урожай при внесении минерального удобрения и от 0 до 26 % — при внесении органического удобрения привела во всех хозяйствах к потерям соответственно 80—100 и 45—120 кг N/га. В зависимости от интенсивности осадков и степени их инфильтрации это могло теоретически привести к накоплению в грунтовых водах от 22 до 443 мг нитратов на каждый литр (рис. 20). Однако азот органических удобрений может быть или уже связан также

Т а б л и ц а 41. Урожай пшеницы, потребности в азоте и его использование при внесении органических и минеральных удобрений в разных хозяйствах (I–VI)

Варианты и дозы азота, кг/га	Урожай, ц/га		Потребность в азоте из расчета 2,5 кг на 1 ц зерна/соломы		Использование азота, %	
Вариант А:	I	II	I	II	I	II
0	50,0	38,9	125/–	97/–	–	–
60	44,7	52,3	112/–	131/33,0	–	55,8
120	44,1	55,4	110/–	138/41,0	–	34,4
Вариант Б:	III	IV	III	IV	III	IV
0	63,7	33,3	159/–	83/–	26,6	30,5
60	70,1	41,6	175/16,0	104/18,3	26,6	30,5
120	65,6	53,7	164/4,7	134/51,0	3,9	42,5
Вариант В:	V	VI	V	VI	V	VI
0	37,3	45,9	93/–	115/–	–	–
60	41,8	50,4	104/11,0	126/11,0	18,0	18,0
120	48,9	55,9	122/29,0	140/25,0	24,0	21,0

П р и м е ч а н и е. В биологических хозяйствах I, III и V вносили только органическое азотное удобрение, в традиционных хозяйствах II, IV и VI – только минеральное.

органически. При внесении минерального удобрения потери азота в зависимости от условий определяются денитрификацией, а при внесении соломы – также органическим его связыванием. Поэтому незначительное загрязнение грунтовых вод можно принять лишь за теоретическое рассчитанное. Опасность загрязнения грунтовых вод нитратами возрастает в первую очередь с уменьшением количества осадков, подъемом температур, ростом доз азота и усиливающимся испарением воды.

NO <sub>3</sub> , кг/га	100	200	300	400	500	600	Инфильтрация, мм
10	44,3	22,1	14,7	11,0	8,8	7,4	NO <sub>3</sub> , мг/л
20	88,6	44,2	29,5	22,1	17,7	14,8	
30	132,9	66,4	44,3	33,2	26,6	22,2	
40	177,2	88,6	59,1	44,3	35,4	29,5	
50	221,5	110,8	73,8	55,4	44,3	36,9	
60	265,8	132,9	88,6	66,4	53,2	44,3	
70	310,1	155,1	103,4	77,5	62,0	51,7	
80	354,4	177,2	118,1	88,6	70,9	59,1	
90	398,7	199,4	132,9	99,7	79,7	66,5	
100	442,8	221,4	147,6	110,7	88,6	73,8	
150	664,5	332,3	221,5	166,1	132,9	110,8	Предел 90 мг
200	885,6	442,8	295,2	221,4	177,1	147,6	

Рис. 20. Взаимосвязь между концентрацией NO<sub>3</sub> в грунтовых водах и степенью инфильтрации почвенной влаги.

Чем больше выпадает осадков, тем выше потери азота и соответственно финансовые потери в хозяйстве, но лучше качество питьевой воды. И наоборот, при небольшом количестве осадков заметно усиливается загрязнение грунтовых вод (хотя при этом вымывается меньше азота), но меньше страдает экономиста хозяйства.

Следует еще раз указать, что хозяйство общей площадью 100 га, где вносится 200 кг N/га, а урожаи не превышают 45 ц зерна, теряет на каждом гектаре 100 кг азота, не переведенного в урожай, т. е. 20 тыс. марок ФРГ в пересчете на всю площадь. Этот пример взят не из воздуха, а доказан в условиях производства, как и 90 %-ная потеря азота при азрации бесподстилочного навоза. Следовательно, в каждом хозяйстве наряду с экономико-техническими необходимы и биологические анализы, в том числе по отдельным агроприемам.

В хозяйстве, где использовали только органическое удобрение (см. табл. 41, вариант А), внесенные 40 % доступного растениям азота на фоне  $N_0-N_{60}$  или  $N_0-N_{120}$  при урожае 60 ц/га дали только 24 (40 % от 60 кг N/га) + 15 кг = 39 кг или 48 (40 % от 120 кг N/га) + 15 = 63 кг N/га и могли привести к загрязнению грунтовых вод или оказаться вновь связанными биологически. Трансформации азота удобрений в урожай здесь не происходило.

В хозяйстве с внесением минеральных удобрений, где урожай при  $N_0$  на 11,1 ц ниже, чем в биологическом, трансформировалось от 55,8 до 34,4 % азота. Оставшееся количество при 100 %-ной растворимости азота минеральных удобрений составляло 26,5 кг на фоне  $N_{60}$  (вместо 39 кг в биологическом хозяйстве) и 78,7 кг на фоне  $N_{120}$ .

Как показывает экстраполированная кривая урожайности на рисунке 31, потери азота в биологическом хозяйстве, очевидно, еще значительнее, поскольку при N ниже 0 урожаи могли быть гораздо более высокими, как и мобилизация азота, необходимая для получения 50 ц/га. Однако по различным неизученным причинам (появление болезней, переудобрение азотом, невыравненность доз NPK) этот потенциал не был реализован.

В традиционном хозяйстве дальнейшее повышение доз азота с 60 до 180 кг/га привело бы к еще большим и экономически выгодным прибавкам урожая, но одновременно к росту потерь азота с 42 до 130 кг/га и загрязнению грунтовых вод: при вымывании только 50 % азота — от 144,0 до 72 мг/л нитратов с инфильтрацией 200, 300 или 400 мл воды (см. рис. 20).

В варианте Б использование азота при  $N_{60}$  составляло в среднем около 30 %, т. е. приблизительно, как в хозяйстве II при внесении 120 кг N/га. В биологическом хозяйстве, где урожайность почти вдвое выше чем в традиционном на фоне  $N_0$ , использование азота при внесении  $N_{120}$  снижается на 3,9 % и возрастает при внесении минеральных удобрений до 42,5 %. Поскольку в биологическом хозяйстве для получения

урожая зерна в размере 63,7 ц/га должно быть мобилизовано 160 кг N/га за счет обработки почвы, внесение 120 кг N/га, очевидно, привело к переудобрению почвы и, следовательно, к снижению урожаев. В хозяйстве IV, где для получения 33,3 ц зерна было необходимо 83 кг N/га, увеличение доз азота с 120 до 200 кг обеспечило 53,7 ц зерна и перевод в зерно и солому не менее 134 кг N, что соответствует его трансформации на 67 % при наличии 200 кг доступного азота. Однако этот мобилизованный и трансформированный на 67 % азот означает и потерю в размере 66 кг, что в соответствии с рисунком 20 может привести или к незначительному, или к очень высокому содержанию нитратов в грунтовых водах соответственно степени инфильтрации.

Повышение доз азота со 120 до 180 кг/га сопровождалось бы постепенным приростом урожая на 10–15 ц/га, но одновременно увеличением и потребностей в азоте с 25 до 37,5 кг, и потерь суммарного азота на 89–102 кг (см. рис. 31). Таким образом, удобрение дозой 180 кг N/га можно считать очень выгодным с точки зрения экономики, но весьма проблематичным чисто экологически.

В варианте В оба хозяйства получили одинаково высокие прибавки урожаев за счет органического или минерального удобрения (60–120 кг/га), но при разном общем уровне урожайности. Урожай на фоне  $N_0$  был выше в традиционном хозяйстве.

Причины варьирующей урожайности в шести хозяйствах при  $N_0$  и колеблющиеся с 0 до 55 % показатели использования азота при 60 или 120 кг N/га, безусловно, различны. Севообороты в этих хозяйствах при внесении только минеральных или только органических удобрений

Т а б л и ц а 42. Урожай пшеницы в хозяйствах разной направленности

Год опыта	Вариант А		Вариант Б		Вариант В	
	I	II	III	IV	V	VI
1975	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Люцерна	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Горох
1976	Озимая рожь	Овес	Люцерна	Яровой ячмень	Яровой ячмень	Яровой ячмень
1977	Картофель	Картофель	Картофель	Картофель	Клевер	Клевер
1978	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница
<i>Урожай пшеницы на фоне <math>N_0</math>, ц/га</i>						
	50	39	64	33	37	46

П р и м е ч а н и е. Хозяйства I, III и V – биологические (только органическое удобрение), хозяйства II, IV и VI – традиционные (только минеральное удобрение).

и разная интенсивность обработки почв объясняют в каждом отдельном случае колебания урожаев при  $N_0$ . Однако на уровень урожайности пшеницы влияют не только предшественники, поскольку в ряде хозяйств они иногда были одинаковыми (табл. 42), но и общая история полей, которая определяется последствием вида культуры и технических или химических агроприемов.

В варианте Б вновь проявилось сильное многолетнее влияние на севооборот люцерны как предшественника. При внесении только 60 кг N/га она обеспечила такой урожай, которого на соседних полях традиционного хозяйства (см. рис. 31) добились лишь на фоне 200 кг N/га. Севооборот, включающий преимущественно зерновые и только одно поле картофеля, привел к тому, что в хозяйстве IV самый низкий урожай был при  $N_0$ .

## ВЫВОДЫ

1. Правильные балансы хозяйства, поля и трансформации по N(РКСа) — первое биологическое мероприятие при планировании хозяйства. Это необходимо как для успешной защиты окружающей среды (вынос нитратов), так и для улучшения экономических показателей.

2. Любое азотное удобрение становится опасным для окружающей среды лишь в том случае, когда его внесение планируется с чисто экономическим подходом, т. е. когда просто противопоставляются затраты на удобрения и прибавки урожаев. В зонах накопления грунтовых вод и в водоохраных зонах необходима экологическая оценка азотных удобрений, проводимая на основе анализов трансформации азота с учетом инфильтрации воды в конкретных условиях и принятых в производстве агроприемов.

3. Нам могут помочь не проклятья в адрес минеральных удобрений или безудержное восхваление внутрихозяйственных круговоротов органического вещества (которые иногда вообще не существуют), а только детальное изучение преимуществ и недостатков всех существующих или разрабатываемых способов удобрения.

4. В условиях ФРГ балансы навоза составляются не для того, чтобы вести биологическое хозяйство *ad absurdum*. В то же время требования не применять азотные минеральные удобрения вызываются отсутствием у некоторых чувства ответственности, так как получение азота только за счет выращивания бобовых или импорта кормов приводит к самым разнообразным последствиям вплоть до изменений привычек в еде.

Вопрос должен быть поставлен следующим образом. Во-первых, какое количество суммарного азота на 1 га должно быть связано с помощью бобовых, если учесть финансовые и энергетические проблемы, а также многочисленные положительные побочные влияния бобовых на почву и следующую культуру? Во-вторых, какое количество азота



должно быть внесено в виде минеральных удобрений (синтез  $\text{NH}_4\text{—N}$ ) для стабилизации и повышения качества урожаев бобовых культур, обеспечения продуктами питания растущего населения и усиленного биолого-химического связывания солнечной энергии?

5. Неправильные балансы азота и отсутствие их по фосфору, калию, кальцию и микроэлементам в брошюрах, посвященных биологическому земледелию, пробуждают у практиков, а иногда и у политиков несбыточные надежды и поэтому могут привести в отдельных хозяйствах к значительным потерям урожаев и доходов на длительное время.

Только проведенное с полным чувством ответственности консультирование после анализа ситуации в каждом хозяйстве позволяет разработать план осуществления биологических агроприемов, который гарантировал бы на длительное время стабильные урожаи хорошего качества при незначительных дополнительных расходах.

6. Количество вносимых минеральных удобрений и химических средств защиты растений должно быть сокращено как по экономическим соображениям, так и для защиты окружающей среды. Предпосылками этого являются не только составление балансов питательных веществ и целенаправленное применение различных органических удобрений, но также правильная обработка почвы и правильные севообороты, рассматриваемые как мероприятия по оптимизации факторов роста и подавлению конкурентов культурных растений.

## 12. ОБРАБОТКА ПОЧВЫ КАК ЦЕЛЕНАПРАВЛЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ, ХИМИЧЕСКИЙ ИЛИ БИОЛОГИЧЕСКИЙ АГРОПРИЕМ

Обработку почвы, как и внесение удобрений, необходимо рассматривать в трех аспектах: биолого-экологическом, производственно-экономическом и техническом.

Ниже речь пойдет о биолого-экологическом аспекте, поскольку он временно "принесен в жертву" остальным аспектам, и не без оснований. При наличии современной техники все кажется выполнимым, она позволяет экономить время и, следовательно, деньги. Кроме того, применение современной техники облегчает не только обработку почвы, но и достижение поставленных целей при условии, что они правильно определены и осуществляются с помощью соответствующих орудий.

Пределы возможностей технической обработки почвы, однако, уже достигнуты. Они определяются такими параметрами, как затраты энергии, сопряженные затраты на ликвидацию вредных последствий (эрозия) и цели, не поддающиеся осуществлению с помощью техники. В настоящее время обработка почвы все еще идет четырьмя различными путями (табл. 43):

- физическое воздействие (мороз, засуха, набухание, засыхание);
- техническое воздействие (сельскохозяйственные орудия);
- химическое воздействие (известкование, обработка гербицидами);
- биологическое воздействие (корневая система растений, дождевые черви, почвообитающие грибы, бактерии, различные животные).

Вопрос, однако, заключается в следующем: каковы цели обработки и с помощью какого объема средств (а в масштабах этого объема — с помощью какого орудия, гербицида, почвообитающего организма или же вида растения) они достигаются, а также какого результата можно добиться с помощью нескольких или только одного средства?

Как показывает таблица 43, технические и биологические средства по своему действию гораздо более многосторонни, чем физические или химические. Лишь двух целей можно достигнуть, используя одну или две группы мероприятий: 1) выравнивание почвы для подготовки семенного ложа — только техническими средствами; 2) оструктурирование почвы — только биолого-химическими (за счет разложения органики и известкования) (табл. 44).

Т а б л и ц а 43. Цели и средства обработки почвы

Цель	Средства				
	физи- ческие (мороз)	техни- ческие (плуг)	хими- ческие (известь)	биологические	
				корни растений	дождевые черви
Уничтожение сорняков (за- пашка)	—	**	—	—	—
Подготовка семенного ло- жа для посева сеялкой	—	**	—	—	—
Оструктуривание	*	**	*	**	*
Перемещение	—	*	—	—	*
Выравнивание	—	**	—	—	—
Рыхление	—	—	**	*	***
Дробление комков	**	**	—	—	—

Т а б л и ц а 44. Водопрочная комковатая структура почвы  
после выращивания различных культур [ по 139 ]

Культура	Комковатость, %
Пропашные (картофель, свекла, куку- руза)	10–15
Зерновые	15–20
Клевер (луговой, персидский, алек- сандрийский)	30–35
Ряпс	40–50
Травы (ежа сборная, тимopheевка лу- говая, мятлик луговой, овсяница лу- говая, райграс высокий французский)	50–60
Клеверо-злаковая травосмесь	70

Техническое измельчение или морозное растрескивание почвы — это всего лишь доведение ее агрегатов до величины комков, которые после каждого увлажнения (дожди, поливы) размываются, т. е. не являются собственно комками.

Цели обработки почвы можно рассматривать с разных позиций. Например, с точки зрения физического состояния почвы это оборот пласта, рыхление, выравнивание, дробление комков; с экологической точки зрения это консервация (поддержание) почвы, ослабление эрозии, регулирование водного режима (улучшение инфильтрации воды), улучшение качества почвенной влаги (меньшая мобилизация азота, активация его трансформации). Наконец, с биологической точки зрения это

оптимизация условий для прорастания семян (подготовка семенного ложа) и факторов роста (хорошие условия для развития корневой системы), мобилизация питательных веществ, сведение к минимуму действия вредных факторов (уничтожение сорняков, вредителей, болезней).

Таким образом, правильно выбранное мероприятие по обработке почвы направлено, с одной стороны, на достижение биологических целей: для оптимизации воздушного и водного режима почвы необходимо рыхление; в почву нужно заделать медленнорастворимые минеральные или органические удобрения; оборот пласта обеспечит гибель сорняков. С другой стороны, правильная обработка почвы направлена на достижение целей экологического порядка: для ослабления эрозии нужно исключить оборот пласта, а для более медленного разложения гумуса и соответственно меньшего выноса нитратов в грунтовые воды — не проводить глубокого рыхления. Остатки гербицидов после уборки кукурузы на силос нельзя заделывать в почву, при сохранении на поверхности они быстрее разлагаются или, наоборот, сохраняют последствие.

Все вышесказанное подтверждает, что правильная обработка почвы — это многоцелевой процесс, одновременно выдвигающий основные задачи и приводящий к конфликтам. Следовательно, для компенсации негативных побочных эффектов возникает потребность в введении других мероприятий, таких как севооборот, выбор иного способа обработки или иного органического удобрения. Этому служат, опять же, как технические, так и химические или биологические средства.

## ПРИМЕРЫ

1. Мелкая отвальная обработка почвы очень важна для равномерной заделки семян сахарной свеклы при посеве на конечную густоту стояния. В то же время она способствует запыливанию и эрозии, в результате снижается равномерность и появления всходов, и густоты насаждения. Невыравненность посевов создает сложности при уборке и приводит к потере качества урожая, так как слишком крупные корнеплоды не поддаются полной очистке.

Выход из такой ситуации — стабильное биологическое рыхление почвы или за счет отказа от вспашки, или путем высева культуры-сидерата со слаборазвитой надземной массой, но с мощной корневой системой. При замерзании таких растений образуется своего рода мульчирующий слой, который защищает поверхность почвы, а корни стабилизируют ее структуру.

2. Мелкое рыхление без оборота пласта способствует сохранению естественных горизонтов почвы, но не позволяет использовать при посеве сошниковые сеялки и выдерживать заделку семян на точную глубину. Кроме того, подобная обработка исключает последовательное возделывание разных озимых зерновых культур из-за усиливающегося самосева.

Техническое решение этой проблемы — проведение сева с использованием дисковых сеялок или фрезы; биологическое решение — изменение схемы севооборота (яровые зерновые или пропашные культуры после озимых зерновых); химическое решение — обработка гербицидами.

3. Глубокое рыхление почвы, проводимое после уборки зернобобовых и кормовых культур, а также многолетних травостоев, приводит к более активной мобилизации азота и в результате к возможным потерям его за счет вымывания.

Техническое решение химико-биологической проблемы мобилизации азота в почвах травостоев или кормовых культур заключается в использовании противорезающей фрезы, которая настолько хорошо закрывает стерню при мелком рыхлении, что все растительные остатки погибают из-за отсутствия света. Химическое решение — уничтожение остатков соответствующими гербицидами и последующий высев сеялкой-фрезой.

Таким образом, правильная обработка почвы после определенных предшественников и под определенную следующую культуру зависит от различных физических, химических и биологических *последствий предшественника*. Иногда она может зависеть и от предпредшественника, растительные остатки которого были заделаны в почву при ее распашке.

В таблице 45 приведена примерная схема, которой можно пользоваться при выборе способа обработки почвы в конкретном хозяйстве. Здесь перечислены химические, биологические или физические (состояние почвы) последствия предшественников. Это могут быть и растительные остатки той или иной культуры, и результаты агромероприятий, проводившихся при ее выращивании.

Степень влияния этих последствий на озимую пшеницу показана звездочками, по числу которых определяют целенаправленность обработки почвы под пшеницу. Интересно отметить, что после всех предшественников преобладает вспашка или глубокое рыхление почвы, лишь в одном варианте проведена минимальная обработка под озимую пшеницу. Все недостатки вспашки, о которых уже говорилось выше, приходится компенсировать на следующий год с помощью органического или зеленого удобрения или же путем изменения способа обработки почвы.

Усиливающуюся минерализацию азота после зернобобовой культуры-предшественника можно компенсировать следующим образом: — минимизацией обработки почвы в последующие годы, что способствует более активному накоплению гумуса; — введением периода покоя почвы или — внесением органических удобрений в высоких дозах.

Повышение продуктивности пшеницы при глубокой вспашке после кормовых бобов как предшественника указывает не только на более

Т а б л и ц а 45. Возможные последствия разных предшественников и связанные с ними цели и способы обработки почвы под озимую пшеницу

Последствие	Кормовые бобы	Сахарная свекла	Кукуруза		Озимая рожь	Озимый ячмень
			на зерно	на силос		
Болезни	—	—	(*)	(*)	**	**
Вредители	—	—	—	—	*	*
Сорняки	—	—	—	—	*	*
Солома, листья	*	*	**	—	**	**
Азот	**	**	*	—	—	—
Рыхление:						
пахотного слоя	**	—	*	*	—	—
подпахотного слоя	*	—	*	*	—	—
Уплотнение:						
пахотного слоя	—	**	*	*	(*)	(*)
подпахотного слоя	—	(*)	(*)	(*)	—	—
Гербициды	—	—	(**)	(**)	—	—
Нематоды (внесение нематодов)	—	*	—	—	—	—
Важнейшие цели обработки почвы под озимую пшеницу	Мобилизация или накопление азота	Мобилизация или накопление азота, рыхление пахотного слоя	Заделка остатков гербицидов, снижение их концентрации или сохранение последствия		Удаление самосева, предупреждение переноса инфекций	
Способы обработки	Глубокая культивация или мелкая обработка фрезой	Глубокая культивация или глубокая вспашка	Глубокая вспашка, глубокая культивация или мелкая обработка фрезой + 2-й год кукуруза		Мелкая заделка стерни после вывоза или сжигания соломы + качественная глубокая вспашка	

П р и м е ч а н и е. I — растительные остатки предшественника, II — последствие агроприемов.

сильную мобилизацию азота, но в определенных обстоятельствах и на улучшение физического состояния почвы после такого предшественника (рис. 21). Урожай пшеницы, высеянной по кормовым бобам, превышает урожай, получаемый при посеве по озимой ржи, более чем на 30 ц при глубокой вспашке и отказе от удобрения азотом и лишь на 20 ц — при обработке почвы фрезой. При внесении азота в дозе 80 кг/га разница в первом варианте (вспашка) по-прежнему остается в пределах 30 ц, но едва превышает 10 ц во втором варианте (фреза).

Различия в продуктивности пшеницы при разных предшественниках и способах обработки почвы следует отнести на счет влияния и биологических (болезни), и химических (уровень азота), и физических (рыхление и вспашка) факторов. Степень влияния отдельных последствий на формирование урожая из данных этого опыта установить нельзя. Однако не вызывает сомнения, что негативный эффект этих последствий усиливается или ослабевает в зависимости от способа обработки почвы, причем различия еще больше модифицируются на фоне азотного удобрения.

Рисунок 21 не отражает того факта, что после обработки фрезой резко усилилась засоренность пшеницы рожью (предшественник): повышенный урожай пшеницы в этом варианте содержал около 20 % зерна ржи. Во избежание примесей следовало бы осуществить такое биологическое мероприятие, как изменение чередования культур, введя на два года рожь. Вспашка почвы после ржи позволила бы возделывать пшеницу, но со сравнительно низкой продуктивностью.

Аргументы в защиту мульчирующей обработки почвы, а не оборо-

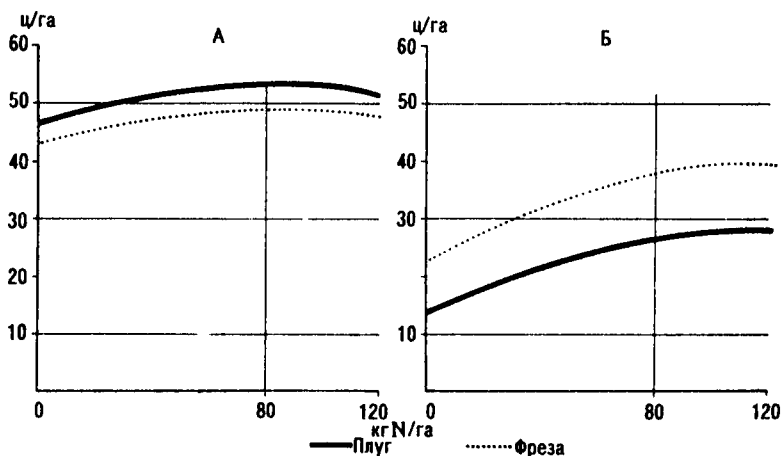


Рис. 21. Урожай озимой пшеницы в зависимости от предшественника, дозы азота и способа обработки почвы:

А — предшественник кормовые бобы; Б — предшественник озимая рожь.

та пласта, постоянно приводимые теоретиками биологического земледелия, уже давно отвергнуты фермерами, работающими на засоренных сорняками, плохо прогреваемых почвах. Очевидно, прежде чем перейти к культивации, исходя из экономических и технологических требований, следовало бы обдумать все биологические преимущества и недостатки глубокой вспашки, рыхлящей и мульчирующей обработки, четко представить себе разностороннюю направленность и эффективность этих способов. Ведь за ошибки консультантов в первую очередь все еще расплачивается доверчивый фермер.

Мелкая заделка ботвы сахарной свеклы, служащей предшественником пшенице, зачастую требует изменения технологии посева. В соответствии с рисунком 22 заделка ботвы фрезой обеспечивает получение более высоких урожаев пшеницы. Однако это только первое впечатление, так как при детальном изучении получаемых результатов и анализе трансформации азота ситуация оказывается совсем иной. В 350 ц ботвы свеклы содержится около 140 кг N, в 500 ц — около 200 кг N. При вспашке плугом, заделке в почву 500 ц ботвы и отказе от азотного удобрения урожай пшеницы возрастает лишь на 2 ц/га (с 36 до 38 ц/га, см. рис. 22). Для этого требуется около 5 кг N/га, т. е. в урожай трансформируется лишь 2,5 % азота, поскольку ботва, запаханная плугом слишком глубоко, не минерализуется, а консервируется.

После заделки ботвы фрезой урожай пшеницы возрос с 36 до 44 ц/га, для чего требуется всего 20 кг азота. Трансформация 10 % азота ботвы в этом случае превосходит происходящую при вспашке плугом, но несомненно, что она связана с еще большими потерями азота, так как при мелкой заделке ботва минерализуется почти полностью.

Довольно незначительное повышение урожая пшеницы в контроле (с 36 до 44 ц/га), где внесли 70 кг/га минерального азота, и снижение урожаев при доведении дозы азота до 100 кг/га указывает, однако, на плохое физическое и биологическое состояние почвы; об этом же говорит слабая утилизация азота ботвы. При 70 %-ной трансформации азота, внесенного в дозе 70–100 кг/га, урожай пшеницы возрос бы не на 8,

а на 20–30 ц, т. е. в контроле он достиг бы 54–64 ц/га вместо максимальных 44 ц.

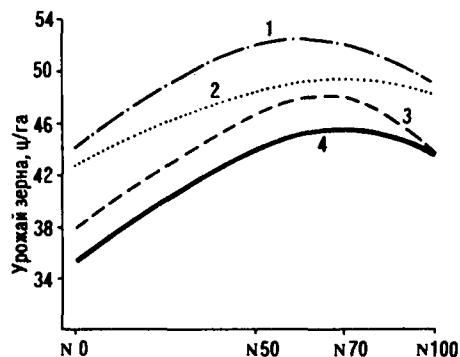


Рис. 22. Урожай яровой пшеницы (по сухому веществу зерна) при использовании свекловичной ботвы как зеленого удобрения на фоне возрастающих доз азота:

1 — заделка фрезой 500 ц/га ботвы; 2 — то же, 350 ц ботвы; 3 — вспашка 500 ц/га ботвы; 4 — контроль (без внесения ботвы).



За счет 70 кг минерального азота и 200 кг азота ботвы, заделанной фрезой, прирост урожая составляет всего 16 ц/га. Для такой прибавки требуется лишь 40 кг азота, следовательно, 270 кг суммарного азота трансформируется в урожай лишь на 15 %. С экономической точки зрения этот факт, возможно, и представляет интерес, но с учетом экологических проблем и общего баланса хозяйства он заставит фермера задуматься. В данном случае плохое физическое и биологическое состояние почвы, очевидно, было обусловлено способом обработки и принятым чередованием культур. Поэтому в главе 17 мы более подробно рассмотрим взаимосвязи между обработкой почвы, внесением удобрений и севооборотами.

При ежегодной зяблевой вспашке обычно влажных почв необходимы обработки для ликвидации уплотнений в подпахотном горизонте. Для этого пригодны как технические средства, т. е. глубокорыхлители с активными рабочими органами, так и биологические приемы, т. е. создание условий для активной деятельности дождевых червей, выращивание культур с глубокопроникающими корнями. Преимущество использования технических средств — это быстрая ликвидация уплотнений по всему горизонту.

К недостаткам технического рыхления подпахотного горизонта относятся:

- 1) уплотнение почвы при использовании тяжелых уборочных машин или туковых сеялок, особенно во влажные годы;
- 2) размазывание подпахотного слоя при переувлажнении почвы в процессе глубокого рыхления;
- 3) большие затраты средств на проведение рыхления;
- 4) быстрое повторное уплотнение подпахотного слоя;
- 5) ускоренное разложение гумуса и в результате более активное заплывание глубокоразрыхленных почв.

Размазывание перестает быть проблемой при биологическом высушивании подпахотного горизонта перед его обработкой или просто при проведении пахоты в сухую погоду.

Биологическое рыхление подпочвы также имеет свои недостатки, а именно:

- 1) длительное протекание каждого процесса;
- 2) необходимость в составлении специфических севооборотов с основными и промежуточными культурами для рыхления подпахотного слоя;
- 3) высокие затраты на посев культур с глубокопроникающей корневой системой, обеспечение особенно благоприятного для них состояния почвы, проведение соответствующих агроприемов.

Преимущество биологического рыхления подпахотного слоя заключается в том, что при его проведении, как правило, активизируется формирование водопрочной структуры почвы, а при возделывании бобовых увеличивается содержание азота в почве. Особую роль играют

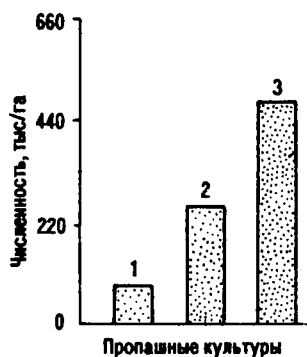


Рис. 23. Численность дождевых червей в пересчете на 1 га в зависимости от доли пропашных культур в севообороте.

дождевые черви (рис. 23), потому что, во-первых, их экскременты обуславливают образование особо прочных агрегатов (табл. 46, 47), и, во-вторых, при высокой численности червей ходы, достигающие в глубину 1 метра, способствуют быстрой инфильтрации почвенной влаги в нижние горизонты. Такая инфильтрация особенно важна для замерзающих почв в начале весны, когда начинается сход снега. Например, в континентальных сухих регионах СССР от количества зимних осадков и степени их поглощения почвой в решающей мере зависят урожаи яровых зерновых. На промерзающих почвах единственная возможность сохранения талых вод — это их инфильтрация через ходы, сделанные дождевыми червями. В обширных районах Средне-Сибирского плоскогорья СССР именно такая потеря воды часто вызывает резкое снижение урожаев яровых зерновых культур. В этих условиях выбор такого метода обработки, который способствовал бы усилению активности червей и сохранению целостности их ходов вплоть до поверхности, был бы, очевидно, решающим для получения высоких и стабильных урожаев. Не просто механизация, а целенаправленная, биолого-экологически ориентированная система земледелия с правильным применением техники — вот предпосылка сдвига в нужную сторону общего уровня продуктивности сельскохозяйственных культур.

Как показывают таблицы 48 и 49, техническая мелиорация подпахотного горизонта лишь в том случае сохраняет положительное влияние на урожайность, если в севооборот включены культуры со слабопрони-

Т а б л и ц а 46. Стабильность почвенных агрегатов под влиянием экскрементов дождевых червей (Датт, по Шварцу, 1982)

Место отбора пробы	Стабильность агрегатов в верхнем слое почвы (0–7,5 см), %			Экскременты дождевых червей		
	а	б	в среднем	а	б	в среднем
Пашня (суглинок)	5,8	7,4	6,6	19,0	19,6	19,3
Луг (трехлетний)	43,4	48,0	45,7	56,6	59,6	58,1
Лесная почва	58,2	59,0	58,6	65,6	70,8	68,2

**Т а б л и ц а 47. Оструктуренность почв под разными монокультурами в зависимости от плотности популяций дождевых червей (Хопп и Хопкинс, по Шварцу, 1982)**

Монокультура	Плотность популяций дождевых червей		Оструктуренность почвы, %
	численность, тыс/га	общая масса, кг/га	
Кукуруза	20,4	66,1	25
Соя на сено	39,2	78,4	31
Соя (использование зерна, заделка остатков)	60,4	165,8	30
Соя (использование зерна, мульчирование остатков)	132,8	377,4	34
Озимые зерновые	95,2	151,2	48
Озимые зерновые + промежуточные бобовые	157,7	288,9	60
Бобовые	136,8	338,7	69
Травы	169,2	253,1	70

**Т а б л и ц а 48. Урожай разных культур (ц/га) в зависимости от способа обработки подпахотного горизонта и потребностей во влаге**

Показатель	Яровой ячмень*	Озимая рожь*	Овес*	Озимая пшеница*	Клевер луговой**	Сахарная свекла**
Потребность во влаге: по времени в целом	Ранняя Умеренная		Поздняя Средняя		Поздняя Высокая	
Обработка подпахотного горизонта:						
вспашка, 80 см	31,2	28,2	47,2	64,5	141,8	469,6
рыхление, 80 см	31,7	24,8	42,0	64,4	142,2	492,8
контроль (без глубокой обработки)	30,8	28,3	40,7	60,3	127,2	425,7

\* Урожай в ц СВ/га.

\*\* Урожай в ц сырой массы/га.

кающими в нижние слои корнями или с незначительным водопотреблением, которые не могут исчерпать запасы влаги в разрыхленном подпахотном горизонте.

Это типично, например, для низкоурожайного ярового ячменя или озимой ржи, которая нуждается в большом количестве влаги только в

**Т а б л и ц а 49.** Урожай пшеницы (ц/га) в зависимости от предшественника и способа обработки подпахотного горизонта

Показатель	Предшественник		
	яровой ячмень	сахарная свекла	клевер луговой
Контроль	51,5	60,3	67,5
Рыхление, 80 см	56,7	64,4	69,6
Вспашка, 80 см	53,6	64,5	67,5
Средняя прибавка урожая за счет * обработки (к контролю)	+2,5	+4,1	+1,0
Прибавка урожая в контроле за счет предшественника (клевер лу- говой относительно ячменя или свеклы)	15,9	7,2	—

начале вегетации, но не в жаркие летние месяцы. И наоборот, озимая пшеница и травосмеси реагируют на глубокое рыхление приростом урожая. Однако попытки проведения глубокой обработки почвы (табл. 49) показали, что биологическое рыхление подпахотного слоя после такого предшественника, как клевер, обеспечивает урожай озимой пшеницы в среднем на уровне 67 ц/га, т. е. выше, чем после ярового ячменя или сахарной свеклы, но при технической обработке. В некоторых случаях наличие растительных остатков ярового ячменя (резерватор патогенов) и неблагоприятное физическое воздействие на почву при выращивании сахарной свеклы (уплотнение при осенней вспашке и при уборке) также отражаются на урожайности пшеницы.

Биологическая обработка почвы может распространяться на пахотный и (или) подпахотный слой. Для рыхления и оструктурирования пахотного слоя пригодны виды растений с тонкоразветвленными мочковатыми корнями, объем которых у небобовых можно увеличить, проводя удобрение азотом, а у бобовых — кальцием, фосфором и калием. Для проникания в подпахотный горизонт и его рыхления пригодны растения со стержневыми корнями, но образующие незначительную массу корней в пахотном слое (рис. 24). К первым (разветвленная корневая система в верхнем слое глубиной до 20 см) относятся кормовые бобы, озимый рапс или листовая капуста, а также фацелия, клевер белый и шведский, различные травы и язвенник многолистный. Виды люпина, клевер луговой и люцерны — культуры, пригодные для рыхления подпахотного горизонта. Почти для всех бобовых, как, впрочем, и для дождевых червей, большое значение имеет обеспеченность почвы, в том числе подпахотного горизонта, фосфором, калием, известью. Стабильность почвенных агрегатов, обусловленная деятельностью дождевых червей,

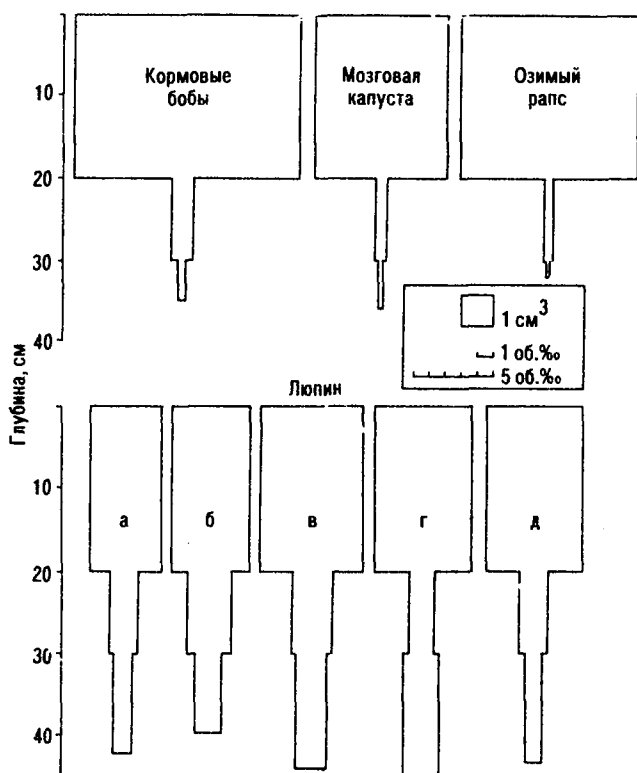


Рис. 24. Объем корней различных культур в слое почвы глубиной до 40 см [по 114]:

*а* — желтый горький люпин; *б* — желтый безалкалоидный люпин; *в* — синий горький люпин; *г* — синий безалкалоидный люпин; *д* — белый горький люпин.

намного выше обусловленной корнями растений и микрофлорой почвы. Предпосылкой активности червей является наличие пищи, например при возделывании промежуточных культур, остатки которых лишь мульчируют, но не запахивают. Высокой численностью дождевых червей характеризуются только почвы, имеющие период покоя, на которых пропашные культуры возделывают не ежегодно. Введение пропашных лишь каждый третий год, а в перерывах — минимальная обработка почвы или выращивание кормовых культур ведут к очень заметному приросту плотности популяций червей в пересчете на 1 га (см. рис. 23). Важнейшие виды дождевых червей, обитающие в почвах сельскохозяйственных угодий, приведены в таблице 50.

Обработка почвы — это синтез технических, химических и биологических мероприятий, интенсивность которых меняется в зависимости

Вид	Предпочитаемая глубина почвы в период активной фазы	Размещение экскрементов	Места обитания	Значение
<i>Allolobophora caliginosa</i>	0—8 см	Под землей	Все окультуренные почвы, даже в экстремальных условиях	Из-за массового распространения — один из важнейших видов
<i>A. rosea</i>	0—8 см	Поверхностное, на плотных почвах и при высоком содержании органического вещества	Широкое распространение, сухие и влажные почвы	То же
<i>A. longa</i>	0—8 см для молодых особей, 0—45 см для взрослых червей	Поверхностное	Предпочитает лугопастбищные и садовые почвы, реже заселяет пашню; встречается на сухих участках, проделывая глубокие ходы	—
<i>A. chlorotica</i>	0—8 см	Под землей	Чаще заселяет пахотные земли, предпочитает увлажненные участки	Из видов <i>Allolobophora</i> обладает наивысшей степенью размножения
<i>Octolasion cyaneum</i>	0—8 см для молодых особей, 0—15 см для взрослых червей	То же	Предпочитает почвы, богатые известью	—
<i>O. lacteum</i>	То же	То же	На пашне встречается редко, заселяет все типы почв при хорошей влагообеспеченности	—
<i>Lumbricus terrestris</i>	0—8 см для молодых особей, 0—250 см для взрослых червей	Поверхностно	Предпочитает лесные, лугопастбищные и мощные пахотные земли	Благодаря глубоким ходам проникает в подпахотный горизонт

от местоположения, технического уровня развития и целевых приоритетов. Следовательно, консультации необходимы на всех трех уровнях, а не только в техническом секторе. При введении каждого из указанных мероприятий нужно учитывать их кратковременные и долгосрочные преимущества и недостатки.

На примере удобрения соломой покажем еще раз, как можно рассмотреть весь комплекс в целом и в его взаимосвязях путем перечисления всех целей и необходимых для их достижения альтернативных мероприятий. Осмысленное решение проблем означает использование нескольких способов, проводимых одновременно или последовательно. При удалении соломы с поля ставятся следующие цели.

1. Избежать помех при посеве следующей культуры (или выбрать способ сева, альтернативный обычному).
2. Предупредить гибель всходов или подавление развития корневой системы растений следующей культуры.
3. Избежать переноса болезней на следующую культуру.
4. Избежать фиксации азота, отрицательно отражающейся на формировании урожая.
5. Обусловить минерализацию связанных соломой N, P, K, Ca, Mg и микроэлементов.
6. Ослабить запыливание и эрозию почвы.

Необходимые или возможные способы ликвидации и использования соломы показаны в таблице 51. Из четырех способов (вывоз, сжигание, запашка и измельчение для ускоренного разложения) вывоз позволяет достигнуть первых четырех целей, но не пятой или шестой.

Т а б л и ц а 51. Способы ликвидации соломы и достигаемые при этом цели (соответственно вышеперечисленным)

Способ	Какая цель достигается	Связанные с выбранным способом проблемы
Вывоз	1, 2, (3), 4	Потери гумуса (C, N) и минеральных веществ
Сжигание	1, 2, (3), 4, 5	Потери гумуса (C, N)
Заделка в почву	1, иногда 4	Достигается только одна цель (первая)
Измельчение (активизация разложения)	1, 2, 3, 4, 5, 6	Затраты времени, потребность во влаге
Компостирование (с навозом)	1, 2, 3, 4, 5, 6	Затраты на транспорт

Очень многое зависит от следующей культуры. Например, при выращивании озимого ячменя или озимой ржи после озимой пшеницы проблема борьбы с запыливанием и эрозией почвы вообще не возникает.

Сжигание соломы имеет только один недостаток, а именно потерю гумуса, причем эффект сжигания в этом плане можно снять, обеспечив положительный CN-баланс поля, например путем введения травосмеси,

или проведя гумуссберегающую обработку почвы (подготовка мелкого семенного ложа после зерновых).

Заделка соломы, пожалуй, — самый невыгодный способ, обладающий, кроме того, некоторым побочным негативным эффектом.

При измельчении или компостировании соломы достигаются все приведенные на стр. 127 цели, но возникают и свои проблемы, которые сдерживают или нарушают максимальное протекание процесса разложения. За исключением такого фактора, как погодные условия, остальные проблемы, собственно, вполне разрешимы. Возможность влияния неустойчивой погоды нужно компенсировать целенаправленной обработкой почвы и правильным чередованием культур, которые обеспечивают время для разложения соломы. Оно может происходить в период между уборкой зерновых и посевом следующей культуры или под ее покровом. Наиболее пригодна в качестве такой культуры кукуруза, если под нее проводить не вспашку с оборотом пласта (заделка соломы глубоко в почву), а только мульчирующую поверхностную обработку, так чтобы солома осталась близко к поверхности почвы. Лишь при этом будет идти максимальное микробиологическое разложение, активизируемое высокими дозами азота и хорошим доступом кислорода. Знание всех мероприятий, связанных с ликвидацией соломы, поможет свести к минимуму риск, связанный с удобрением соломой и развитием следующей культуры.

Каковы же проблемы, возникающие при ликвидации соломы, и их возможные решения?

1. Слишком короткий перерыв между уборкой зерновых и посевом следующей культуры.

**Решение:**

- изменение схемы севооборота с включением культур ранневесеннего срока сева;
- задержка разложения соломы путем выращивания культур, способствующих этому процессу (кукурузы, картофеля, свеклы);
- вывоз соломы, компостирование с навозом.

2. Фиксация азота при широком отношении C:N.

**Решение:**

- повышение доз выравнивающих азотных удобрений;
- выращивание следующих культур с высокой выносивостью к азоту;
- вывоз и продажа соломы.

3. Недостаток влаги (влажность почвы) для разложения соломы.

**Решение:**

- отказ от культур на зеленое удобрение;
- мелкая запашка соломы после измельчения и равномерного распределения по полю;

4. Повышение буферности почвы.

**Решение:**

- удобрение соломой соответственно балансу C—гумуса;
- замена соломы зеленым удобрением.



---

### 13. ЗНАЧЕНИЕ СЕВООБОРОТОВ И ПРЕДШЕСТВЕННИКОВ

---

И в биологическом, и в традиционном, и в индустриализованном хозяйстве цели севооборотов частично те же, что и полвека назад, частично же принципиально иные. Кеннеке [87] указывает следующие основные цели севооборотов: компенсация потерь гумуса, борьба с сорняками, болезнями и вредителями, поддержание плодородия почвы и экономия рабочей силы.

В современных хозяйствах в зависимости от их направленности та или иная цель отпадает, но одновременно появляются и новые, например:

1. Связывание атмосферного азота.
2. Возможность выигрыша во времени между уборкой и посевом для
  - использования зеленого удобрения, внесения органических удобрений, проведения мелиоративных работ;
  - разложения растительных остатков, остатков гербицидов, гибели самосева;
  - целенаправленной обработки почвы.
3. Использование действия остатков гербицидов при целенаправленной обработке почвы.

#### СЕВООБОРОТ КАК БИОЛОГИЧЕСКОЕ МЕРОПРИЯТИЕ

Мы уже рассматривали роль бобовых культур как важнейших звеньев севооборота для связывания атмосферного азота в условиях биологического земледелия. Однако в сравнительный опыт Зигеля [140] с четырьмя ступенями интенсификации возделывания они не были включены. Результаты этого опыта и написанная на их основе работа "Растениеводство без минеральных удобрений и пестицидов — альтернатива?" не помогают найти ответ на вопрос о пределах и возможностях биологического (альтернативного) земледелия, так как культуры, обеспечивающие фитосанитарный эффект, рыхление почвы и аккумуляцию азота, в севообороте отсутствовали (табл. 52).

**Т а б л и ц а 52.** Взаимосвязь чередования культур, ступеней интенсификации, урожаев и питательных балансов в сравнительном опыте Зигеля [ 140]  
(севооборот: яровой ячмень—картофель—пшеница—овес—сахарная свекла)

Ступень	Яровой ячмень	Пшеница	Овес
<i>Относительные урожаи (вариант III – 100%)</i>			
I	52	63	47
II	59	69	57
III	100	100	100
	(39,7 ц/га)	(48,2 ц/га)	
IV	112	118	110
<i>Баланс питательных веществ в севообороте, кг/га</i>			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
I	+44	-5	+6
II	+83	+37	+66
III	+84	+73	+83
IV	+112	+137	+220

**П р и м е ч а н и е.** Ступени интенсификации: I – внесение стойлового навоза, однократно – кормовая смесь с викой или крестоцветные на зеленое удобрение. II – повышение доз стойлового навоза + зеленое удобрение, как в п. I. III – стойловый навоз, как в п. I, однократно рапс на зеленое удобрение, внесение минеральных NPK-удобрений, умеренное применение биоцидов. IV – растительные остатки предыдущей культуры, трижды рапс на зеленое удобрение, повышение доз NPK-удобрений, интенсивное применение биоцидов.

*Критические замечания к данным опыта, приведенным в таблице 52*

1. В севооборот не включены бобовые культуры и многолетние кормовые травосмеси, являющиеся важнейшими компонентами системы биологического земледелия.

2. В хозяйстве с подобным севооборотом не может быть достаточного количества внутрихозяйственных удобрений.

3. На фоне внесенных 200 кг N/га средняя урожайность зерновых 39–48 ц довольно низка, что указывает на плохую трансформацию азота удобрений и позволяет прийти к выводу о плохом состоянии почвы (фитосанитарном, химическом, биологическом?) или о непригодных для некоторых культур севооборота местных условиях.

4. Избыточное внесение NPK в вариантах III и IV (84–112 кг N/га, 73–137 кг P и 83–220 кг K/га) едва ли позволяет говорить о перспективном хозяйстве, тем более о его экологической и экономической направленности или вообще о возможности решения проблемы обеспечения продовольствием.

И тем не менее Зигель пишет: "Поскольку население мира должно быть накормлено, высокие урожаи – это требование времени и в ФРГ, которая, кстати, удовлетворяет свои потребности в продуктах питания за счет собственных ресурсов всего на 72 %".

Приведенная работа с полной определенностью, хотя и в скрытой форме, показывает пределы современного сельского хозяйства. Баланс азота с избытком 112 кг N/га, обеспечивающий почти 500 кг нитратов,

которые не трансформируются в урожай, означает значительное загрязнение грунтовых вод. Это загрязнение обуславливается в первую очередь внесением минеральных удобрений и в гораздо меньшей степени — органическими удобрениями, из которых растения используют не более 50 % азота (см. табл. 52).

В предыдущей главе мы уже установили, что правильная обработка почвы взаимосвязана с:

- предшественником и последующей культурой;
- агротехникой предшественника;
- видом, дозами удобрений и
- климатическими, погодными, почвенными условиями.

Активность органического или минерального удобрений также определяется разнообразными факторами, в том числе

- способом обработки почвы;
- видом удобрения (органического);
- видом культуры (длина вегетационного периода);
- климатическими, погодными, почвенными условиями.

В описываемом Зигелем опыте, очевидно, не в полной мере учитывали влияние предшественника, зависящее не только от вида культуры, но в не меньшей, а иногда и в большей степени от агротехники самого предшественника и предпредшественника. Роль, которую в целом играет и предшественник, и севооборот, можно суммарно показать следующим образом.

#### Взаимодействие предшественников и севооборота

Влияние предшественника	предшест-	<ul style="list-style-type: none"> <li>Последствие культурных и сорных растений (например, остатки N и C, болезни, вредители, самосев, биологическая обработка почвы)</li> <li>Последствие агроприемов (например, органические и минеральные удобрения, обработка почвы, внесение гербицидов, пестицидов)</li> </ul>
Влияние севооборота		<ul style="list-style-type: none"> <li>Влияние одного или многих предшественников на вторую—четвертую культуру в севообороте</li> <li>Суммарное влияние растительных остатков нескольких предшественников (культура + агроприемы по одному полю севооборота)</li> <li>Суммарное влияние нескольких ротаций на все виды культур одного севооборота</li> </ul>

При изменениях в агротехнике, например при иной глубине обработки почвы, удобрении не навозом, а соломой, замене ручной или механизированной прополки на обработку гербицидами, замене внутрихозяйственных удобрений на минеральные или введении какого-то нового способа уборки, значение предшественника, считавшегося прежде хорошим для следующей культуры, может стать диаметрально противоположным. В первую очередь это относится к кукурузе и сахарной свекле.

В севообороте сахарная свекла—пшеница—кукуруза—пшеница уро-

жаи следовавшей по кукурузе пшеницы варьировали в зависимости от вида и дозы гербицида, внесенного под кукурузу, а также от способа обработки почвы, и в среднем составили 54 ц/га в варианте без гербицидов на кукурузе и только 44 ц/га — при внесении гезаприма, раундапа и аквинола.

Низкие урожаи формировались при культивации почвы после кукурузы, так как влияние растительных остатков распределялось в зоне корней до глубины 25 см. В варианте с вспашкой плугом и заделкой остатков гербицидов на глубину 25 см урожаи пшеницы достигали 50 ц/га, т. е. все еще были на 4 ц ниже, чем в варианте без гербицидов. Следовательно, при наличии в почве остатков гербицидов целесообразным биологическим приемом было бы выращивание вслед за кукурузой культуры с аналогичной реакцией на гербициды или с устойчивостью к ним, т. е. потребовалось бы изменить схему севооборота.

В зерновом севообороте кукуруза или сахарная свекла могут действовать оздоравливающе и обеспечивать повышение урожайности следующих за ними зерновых. Однако из-за зависимости от погоды (сроки уборки сахарной свеклы) или остаточности гербицидов (кукуруза) обе культуры становятся проблематичными в севообороте. Если прежде они были ведущими звеньями каждой ротации, то в настоящее время их все чаще вытесняют бобовые в качестве предшественников, а также рапс. Он рано освобождает поле, и в результате хозяйство получает запас времени для проведения целенаправленной обработки почвы или использования зеленого удобрения (табл. 53).

**Т а б л и ц а 53.** Урожай пшеницы при различных одно- и двухлетних предшественниках

Севооборот	Урожай, ц/га
<i>В среднем за 1972–1977 гг.</i>	
Монокультура пшеницы	39,0
Яровой ячмень—сахарная свекла—пшеница	40,6
Озимая рожь—кукуруза—пшеница	52,3
<i>В среднем за 1977–1979 гг.</i>	
Яровой ячмень—сахарная свекла—пшеница	44,3
Озимая рожь—кукуруза—пшеница	58,7
Овес—люцерна—пшеница	} 61,1
Озимый рапс—пшеница	
Кормовые бобы—пшеница	}

Рассматривая вопрос о севооборотах, следует также отметить, что, помимо чередования основных культур, существует чередование и промежуточных культур. С последними экспериментов почти не проводилось, как правило, изучалось только действие определенных сидератов

как промежуточных культур в общем севообороте. Нет данных и об опытах, в которых негативное влияние ротации основных культур на физическое, химическое и биологическое состояние почвы устранялось или компенсировалось бы путем целевого возделывания разных промежуточных культур. В здоровом севообороте основных культур санирующий эффект промежуточных культур, естественно, не проявляется, и зеленое удобрение соответственно условиям неэффективно. Оценить влияние зеленого удобрения можно только на фоне севооборота, включающего основные культуры.

Долгосрочно используемые под пашню сельскохозяйственные угодья с применением технической обработки, которая исчерпывает ресурсы почвы, природным плодородием практически не обладают. В результате обработок, выноса питательных веществ с урожаями или монокультуры нарушается физическое, химическое и (или) биологическое состояние почвы.

*Физическое оздоровление почвы* осуществляется с помощью:

- технических способов (машины, орудия);
- химических способов (известкования) и (или)
- биологических приемов.

Длительное оздоровление достигается главным образом биологическим и химическим путем. Для стабилизации эффекта долговременных технических приемов (дренирование, мелиорация подпахотного горизонта) необходимо и биологическое воздействие, например выращивание культур, корни которых интенсивно разрастаются в технически разрыхленном слое почвы.

*Химическое оздоровление почвы* проводится с помощью:

- химических методов (внесение минеральных удобрений, известкование);
- технических приемов (рыхление почвы для усиления ее аэрированности) и
- биологических приемов (выращивание растений с глубокопроникающими корнями).

Подавление возбудителей болезней, вредителей и семян сорняков, т. е. *биологическое оздоровление почвы*, за прошедшие годы осуществлялось за счет:

- химических мер, т. е. внесения нематодицидов, инсектицидов или гербицидов. Однако продукты их разложения и остатки действующих веществ представляют опасность для грунтовых вод, воздуха и продуктов питания. Рост затрат также сдерживает усиление химической борьбы;
- технических приемов, т. е. интенсификации обработки почвы. Однако, способствуя активизации биологической деятельности в почве, эти приемы в то же время приводят к потерям гумуса. Для компенсации потерь нужно вносить повышенные дозы органических удобрений, а их часто не хватает в хозяйствах. Кроме того, при глубокой распашке почв

происходит консервация (например, с соломой) возбудителей болезней и семян сорняков;

— биологических способов. В последнее время им уделяют гораздо меньше внимания, используя чаще всего лишь периоды ожидания (3—6 лет) между введением в севооборот одного вида, а также выращивая ловчие и нейтральные культуры для борьбы с некоторыми вредителями. Существенным звеном здоровых севооборотов является возделывание

Т а б л и ц а 54. Цели севооборотов в хозяйствах с различной степенью интенсификации и разной направленностью

Показатель	Биологическое хозяйство	Традиционное хозяйство			Индустриальное хозяйство	
		без скота	+ КРС	+ свиньи	экстенсивное	интенсивное
1. Биологическое связывание азота	***	*	*	*	—	—
2. Биологическое рыхление подпахотного слоя	*	***	**	**	(*)	***
3. Улучшенная трансформация удобрений в урожай	***	***	*	**	*	***
4. Выигрыш во времени между уборкой и севом для:						
— зеленого удобрения	***	***	*	**	—	**
— борьбы с сорняками	***	*	*	*	—	*
— разложения остатков соломы	—	***	**	**	—	**
— то же, для гербицидов	—	*	*	*	—	***
5. Периоды выжидания для борьбы с болезнями и вредителями	***	*	*	*	—	—
6. Биологическая обработка почвы (корни растений, дождевые черви)	***	***	*	*	*	****
7. Поддержание растительности (отказ от гербицидов)	***	?	?	?	—	—
8. Поддержание видового многообразия фауны (покой почвы для почвообитающих видов, дикие растения для бабочек и др.)	***(?)	?	?	?	*	—

\* Выращивание промежуточных культур.

клевера или люцерны с трехкратными укосами и, следовательно, с трехкратным уничтожением сорняков.

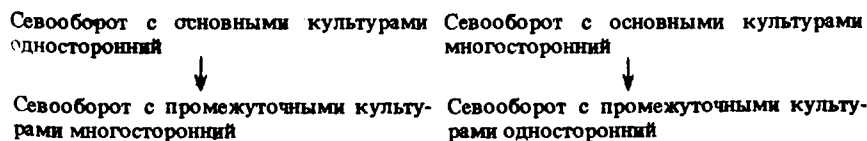
В таблице 54 сделана попытка перечислить биологические цели севооборотов в хозяйствах с различной степенью интенсификации или разной направленностью, чтобы показать, что между ними общего и в чем заключаются различия. Для составления такой схемы с ее общими и специфическими целями необходимо изучить остаточные действия предшественников (см. табл. 45), количество накапливающихся в хозяйстве отходов и агротехнику каждой культуры севооборота. Кроме того, нужно принять во внимание возможность включения промежуточных культур, существующую только при хорошей обеспеченности почвы влагой и при наличии достаточного времени (перерывы между уборкой одной культуры и посевом другой). Если возделывание промежуточной культуры исключено, для достижения целей севооборота придется выращивать только основные культуры, вносить повышенные дозы минеральных азотных удобрений, использовать биоциды или применять технические способы обработки почвы.

Необходимость, возможность или интенсивность применения химических и технических приемов зависят опять же от ряда факторов:

- от доступности этих приемов;
- от финансового положения в хозяйстве;
- от корреляции стоимость:затраты;
- от отрицательного побочного влияния этих приемов (иногда);
- от готовности хозяйств к применению отдельных препаратов или конкретных технических агроприемов (биологическое хозяйство).

При анализе севооборотов применительно к конкретным хозяйствам процентная доля зерновых в данной ротации еще не является показателем высоких (низких) урожаев или наличия каких-то проблем. Последние обнаруживаются только при знании взаимосвязей между долей каждой зерновой культуры в ротации и агроприемами, а также возможностями введения промежуточных культур в ротацию. По нашему мнению, при правильной обработке почвы промежуточные культуры позволяют полностью компенсировать все ошибки севооборота.

Взаимосвязи между основными и промежуточными культурами в севообороте можно охарактеризовать следующим образом.



Комбинированное физико-химико-биологическое действие зеленого удобрения должно заполнить пустые ниши нездорового севооборота с основными культурами или ликвидировать его отрицательные стороны. По данным таблицы 55, клевер белый может действовать во всех

трех направлениях, в то время как райграсс, несмотря на внесение азотного удобрения, по своей эффективности как предшественник или промежуточная культура значительно уступает и клеверу, и пару. Следовательно, остатки зеленого удобрения также могут действовать негативно.

Т а б л и ц а 55. Влияние сидератов на урожай ярового ячменя в зависимости от доз минерального азота (кг/га)

Культура	Урожай, ц/га	
	N:P:K = 0:50:50	N:P:K = 50:50:50
Пар	27,9	41,3
Райграсс однолетний	19,9	30,1
Фацелия	30,3	41,1
Озимый рапс	37,8	44,5
Эспарцет	36,6	45,1
Люцерна хмелевидная	39,1	46,2
Клевер белый	49,5	50,2

Как сидерат райграсс однолетний характеризуется следующими положительными и отрицательными признаками:

- большая масса корней (+);
- широкое отношение C:N (эффект удобрения соломой на старых угодьях) (-);
- возможное размножение корневых гнилей (-);
- размножение злаковых нематод (-);
- прекрасная оструктуренность пахотного слоя (+).

Большая масса корней и оструктуривание пахотного слоя как положительные свойства полностью перекрываются такими факторами, как широкое отношение C:N и возможность накопления патогенов и нематод. Следовательно, после этой сидеральной культуры нельзя высевать зерновую культуру или же потребуются обработка пестицидами на фоне высоких доз азотного удобрения.

Уровень урожайности определяется не только местными условиями и агротехникой, но также видом предшественника, т. е. севооборотом, и дозами азотных удобрений под следующую культуру (табл. 56).

На расположенных рядом полях традиционного и биологического хозяйств при одинаковом предшественнике клевере (Iб, IIб) следующая культура пшеница, под которую не вносили азотное удобрение, дала разницу в урожае 8,6 ц/га. Прибавки урожая в варианте Iб (традиционное хозяйство) против варианта IIб (биологическое хозяйство) могли быть обусловлены, во-первых, более здоровым севооборотом и, во-вторых, двухлетним выращиванием бобовых.



**Т а б л и ц а 56.** Влияние азотных удобрений и навоза на урожай пшеницы (ц/га) в двух хозяйствах

Минеральные удобрения, кг N/га	Свообороты		Навоз, кг/га	Свообороты	
	Ia	Iб		IIa	IIб
0	33,3	45,9	0	63,7	37,3
60	41,6	50,4	60	70,1	41,8
120	53,7	55,9	120	65,6	48,9

**П р и м е ч а н и е.** Ia: пшеница—яровой ячмень—картофель; Iб: — горох—яровой ячмень—клевер; IIa: люцерна—люцерна—картофель; IIб: пшеница—яровой ячмень—клевер.

Внесение минерального или органического удобрения в вариантах Iб и IIб (60 или 120 кг N/га) обеспечило повышение урожайности на 10—11,6 ц, но разница между двумя типами хозяйств все еще довольно значительна — 8,6 и 7 ц/га. Очевидно, при нездоровом севообороте в биологическом варианте Iб даже внесение органического удобрения не усиливает положительное влияние предшественника, во всяком случае на пшеницу.

В вариантах Ia и IIa, где предшественником служил картофель, разница в урожае пшеницы без внесения азотного удобрения составила 30 ц/га, что следует опять же отнести на счет не предшественника, а самого севооборота и предыстории полей. В варианте IIa перед картофелем в течение двух лет выращивали люцерну, в варианте Ia высевали две зерновые культуры — ячмень и озимую рожь, т. е. именно те культуры, которые определяют нездоровое состояние севооборота. При внесении от 60 до 120 кг N/га различия в урожайности пшеницы между двумя полями сократились до 11 ц, а на фоне 180 кг N/га они, очевидно, дошли бы до нуля. Возникают те же вопросы, что и раньше: при каком уровне удобрений следует сравнивать севообороты? Какова целесообразность севооборота и азотного удобрения — экологическая или экономическая? Что доминирует при сопоставлении с эколого-биологическими критериями — производственные соображения или аспекты, определяемые размерами хозяйства?

Сравнение этих двух хозяйств совершенно четко показывает, что здоровый севооборот со значительной долей бобовых по урожайности пшеницы превосходит биологически "больной" севооборот на фоне как высоких, так и низких доз азота. Однако что же делать с люцерной как звеном севооборота в хозяйстве, не содержащем скота (при уже существующем в стране избытке молока)?

Приведенный пример еще раз подтверждает, что биологическое земледелие и биологические агроприемы следует рассматривать не только с точки зрения утилизации навоза или решения экологических проб-

лем, но и с учетом рыночных и народнохозяйственных потребностей...

Упрощенные севообороты в хозяйствах, не содержащих скота, предусматривают усиленное применение биоцидов и дополнительное приобретение минеральных азотных удобрений, а также целенаправленное возделывание промежуточных культур. Расходы на них должны быть включены в общий счет прибылей и убытков. При отсутствии биологических агроприемов с их компенсирующим или заменяющим действием проблемы нездоровых севооборотов накапливаются из года в год, не проявляясь. В результате за них часто приходится расплачиваться через три, пять или десять лет, так как негативные эффекты аккумулируются. Например, из-за резкого ухудшения структуры пахотного и (или) подпахотного горизонтов любые экстремальные погодные условия (слишком много осадков или засуха) могут привести к переувлажнению или пересыханию почвы. Если к тому же внесенные под кукурузу 200–400 кг N/га трансформируются в урожай только на 30–50 % вместо 70–80 %, для экономики хозяйства создастся критическая ситуация.

Можно ли включать сидераты в севооборот, пользуясь выдаваемыми рекомендациями (табл. 57)? И да, и нет. Да, потому что каждая рекомендация должна определять не только перспективные цели использо-

Т а б л и ц а 57. Цели внесения зеленого удобрения и способы их достижения

Цели	Альтернативные меры
1. Повышение гумусности почвы C C + N	Солома, небобовые Солома + азотное удобрение Небобовые + азотное удобрение Выращивание бобовых
2. Оструктуривание, рыхление почвы	Травы + удобрение азотом Фацелия + удобрение азотом, кормовые бобы
3. Быстрое затенение почвы	Рапс, горчица, редька масличная + удобрение азотом
4. Предупреждение потерь нитратов (вымывание)	Удобрение соломой без азота Небобовые без азота
5. Высушивание почвы за счет испарения влаги	Активно вегетирующие культуры (крестоцветные, травы) + удобрение азотом
6. Запасание влаги	Отказ от зеленого удобрения, плоское мульчирование соломой
7. Рыхление подпахотного горизонта	Выращивание культур с глубокопроникающими корнями (люпины, клевер луговой, люцерна) Активизация дождевых червей (отказ от вспашки)
8. Борьба с обсеменяющимися и корневищными сорняками	Хорошее семенное ложе при обработке стерни Высокорослые сидераты или отказ от зеленого удобрения Выращивание культур-антагонистов для сорняков, многократные укосы

Цели	Альтернативные меры
9. Борьба со свекловичной и злаковыми нематодами	Длительное выращивание ловчих культур, краткосрочное введение культур-хозяев
10. Борьба с корневыми гнилями зерновых	Отказ от трав как промежуточных культур, интенсивная обработка почвы, известкование, внесение азота под сидераты, удобрение навозом

вания зеленого удобрения, но альтернативные методы и возможности оздоровления почвы. Нет, потому что правильный выбор сидерата означает не только посев культуры, приспособленной к данным условиям, но соответствующую обработку почвы после ее возделывания и формирование оптимальной подземной и надземной массы, а не просто максимальное накопление зеленой массы. Необходима и правильная продолжительность выращивания, например четыре, восемь или двенадцать недель в зависимости от вида сидерата [78].

Продолжительность вегетации сидерата зависит от почвы и климата, т. е. этот показатель побочно определяет и цель выращивания сидеральной культуры, и эффективность зеленого удобрения.

При опасности ранних заморозков и поздних сроках сева нельзя выращивать, например, подсолнечник, горчицу или яровую вику, так как из-за слишком слабого формирования зеленой массы или очень короткого периода вегетации они не окажут нужного физического воздействия на почву. В таких условиях целесообразнее выращивать кормовые бобы, горох (по возможности под зиму), озимый рапс (или перко — гибрид рапса с капустой), редьку масличную или травы при позднем подсеве под зерновые.

Мелкосемянные культуры нуждаются в хорошо подготовленном семенном ложе, а этого с помощью чизель-культиватора не всегда можно добиться. При посеве без предварительной подготовки почвы необходима высокая влажность воздуха в течение нескольких дней (районы приморья); высевать можно только мелкосемянные виды. Фаселля требует глубокой заделки семян, чтобы они были укрыты почвой, в то время как для посева турнепса и других крестоцветных пригодна туповая сеялка.

Крупносемянные виды, кроме сои, высевают на глубину 5–10 см, в засушливых условиях этим обеспечивается их снабжение влагой. Однако посев под фрезу или культиватор сопровождается неравномерной заделкой семян и пересыханием почвы. Сидераты, формирующие богатую зеленую массу, пригодны для выращивания только в качестве предшественников культур с глубокозалегающими корнями, перерыв между заделкой зеленого удобрения и посевом следующей культуры должен быть достаточно длинным.

Сидераты высевают не ежегодно, а каждый третий или пятый год, однако при этом используют всю имеющуюся в хозяйстве рабочую силу и реализуют все свое умение, с тем чтобы культура удалась и проблемы основного севооборота были ликвидированы.

Включение в севооборот ранобурируемых основных культур — предпосылка хорошей подготовки семенного ложа, длинного периода вегетации, а иногда и двух-, трехкратного последовательного выращивания одинаковых или разных сидератов, если, например, эти перерывы можно использовать для борьбы с вредителями.

В таблице 58 показаны некоторые проблемы, возникающие при односторонних севооборотах, и приемы, предлагаемые для решения этих проблем, включая использование зеленого удобрения и целенаправленной обработки почвы.

Т а б л и ц а 58. Проблемы различных севооборотов

Севооборот	Проблемы, которые можно разрешить или ослабить путем целенаправленного использования зеленого удобрения*
I. Кукуруза на силос (иногда 2 года) Пшеница Ячмень (удобрение соломой)	Эрозия (1а) Уплотнение подпахотного горизонта (2) Недостаток гумуса-CN (3) Развитие корневых гнилей (4)
II. Сахарная свекла (удобрение ботвой) Пшеница Ячмень	Эрозия (1б) Уплотнение подпахотного горизонта (2) Свекловичная нематода (5)
III. Рапс (удобрение соломой) Пшеница Ячмень Овес	Уплотнение подпахотного горизонта (1) Недостаток гумуса и азота (3) Злаковые нематоды (5)
IV. Кукуруза на зерно Пшеница Пшеница Ячмень	Уплотнение подпахотного горизонта (1) Недостаток гумуса и азота (3)
V. Ранний картофель Озимая рожь Озимая рожь (удобрение соломой) Яровой ячмень (то же)	Недостаток гумуса и азота (3)

\* Цифры в скобках означают позиции в списке мероприятий, приведенных далее на стр. 141–142.

## МЕРЫ ПО УСТРАНЕНИЮ ПРОБЛЕМ ОДНОСТОРОННИХ СЕВООБОРОТОВ

### *1а. Защита от эрозии при севооборотах с кукурузой:*

- чередование небобовых культур (горчица, рапс, редька масличная, фацелия) и бобовых на зеленое удобрение (кормовые бобы, горох, вика);
- подзимнее уничтожение зимостойких видов с помощью гербицидов, косилки-измельчителя и фрезы, культиватора или только косилки-измельчителя и культиватора для вымерзающих видов;
- накопление не более 15–20 ц/га сухой массы или 150–200 ц/га сырой массы;
- отказ от вспашки плугом, применение только чизель-культиватора или культиватора, иногда посев в марте горчицы, кресс-салата, вики и их уничтожение при посеве кукурузы или после его проведения.

### *1б. Защита от эрозии в севообороте с сахарной свеклой или рапсом:*

- чередование фацелии и бобовых на зеленое удобрение перед сахарной свеклой;
- уничтожение под зиму или вымораживание;
- накопление не более 12–18 ц/га сухой массы или 120–180 ц/га сырой массы;
- отказ от вспашки плугом после сидерата, иногда летняя вспашка под сидерат.

### *2. Рыхление подпахотного горизонта:*

- создание условий для активной деятельности дождевых червей (покой почвы, отказ от вспашки плугом под сидерат или после него);
- посев культур с глубокопроникающей корневой системой;
- посев люцерны, фацелии (или в смеси) после обработки культиватором в среднем на глубину 15–25 см фрезой в конце июля–начале августа; в сентябре (начало–середина месяца в зависимости от высоты травостоя) скосить на высоте 20–30 см (пища для дождевых червей), дать отрасти до конца сентября–начала октября, затем низко скосить, но не запахивать.

### *3. Компенсация потерь гумуса-C-N или повышение гумусности:*

- удобрение соломой (С) и выравнивающее удобрение азотом на фоне интенсивной обработки почвы, при этом настолько возрастает биологическая активность почвы, что содержание гумуса почти или совсем не повышается;
- выращивание редьки масличной или горчицы (высота стеблестоя 1,0–1,5 м) с подготовкой плоского семенного ложа + внесение 80–120 кг N + мелкая мульчирующая обработка почвы под зиму может медленно повлиять на накопление С и N (сидераты с богатой листвой разлагаются слишком быстро);
- кормовые бобы, люпин или соя на зеленое удобрение после рыхления почвы на глубину 20 см (уплотненные почвы) и посев в июле–начале

августа; активное формирование клубеньков, быстрое одревеснение стеблей, мульчирование получаемой зеленой массой. Это приводит к заметному обогащению почвы С и N, хотя после двухлетнего выращивания кукурузы достигнутый эффект опять пропадает;

— посев клевера под среднегустой стеблестой зерновых, не слишком интенсивная обработка почвы поздней осенью или ранней весной и отказ от азотного удобрения. Все это в наибольшей мере способствует приросту содержания С и N в почве. Однако под зерновые с потенциальной продуктивностью 50 ц/га посев проводится редко, а с продуктивностью выше 60 ц/га он невозможен.

#### *4. Подавление корневых гнилей:*

— выращивание растений с быстроразвивающейся зеленой массой (красноцветные, фацелия, подсолнечник) и активизация вегетации с помощью минерального и органического азота (внутрихозяйственные удобрения);

— мульчирующая заделка зеленой массы в конце августа—сентябре, иногда с дополнительным внесением органического удобрения (бесподстилочный навоз). Предпосылка — достаточная влагообеспеченность почвы.

#### *5. Борьба со свекловичной нематодой:*

— выращивание ловчих культур (кормовые бобы, горох, вика, редька масличная сорт Пеглетта) в течение 2—3 месяцев;

— выращивание культур-хозяев (свекла, рапс) не более 3—4 недель и полное их уничтожение, иногда повторение этого приема 2—3 раза;

— выращивание нейтральных культур (не поражающихся нематодой и не стимулирующих выплывание личинок из цист) непосредственно не отражается на численности паразитов, но направлено против сапрофитов, заселяющих остатки промежуточных культур (грибы, разлагающие мертвое органическое вещество).

#### *6. Борьба со злаковыми нематодами:*

— степень поражения зерновых культур убывает в последовательности овес—ячмень—пшеница—рожь. Поэтому кратковременное выращивание овса (растение-хозяин) на зеленое удобрение и мульчирование органической массы (внесение навоза или зеленое удобрение) приводят к гибели неполовозрелых нематод, находящихся в стеблях, и к сокращению числа цист в почве под влиянием органического удобрения. Более стабильные результаты дает значительный перерыв в возделывании культур-хозяев злаковых нематод.

## 14. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ВЫРАЩИВАНИЯ БОБОВЫХ КУЛЬТУР

Использование биологической обработки почвы или введение периода покоя почвы вместо технической обработки, связанной с интенсивными затратами средств и в определенной мере опасной для окружающей среды, а также меньшее применение химических пестицидов и азотных минеральных удобрений с их плохой трансформацией в урожай предполагают:

- выращивание многолетних культур, не требующих ежегодной обработки почвы, например люцерны или клевера лугового в чистом виде и в травосмесях, а также кормовых злаковых трав с хорошо развитой корневой системой;
- выращивание культур без применения биоцидов, например смесей кормовых бобов и гороха на силос;
- выращивание культур с глубокопроникающей корневой системой, что обеспечивает трансформацию азота на фоне внесения высоких доз минерального азота и соответственно повышение урожаев, например трав, в районах с прохладным климатом.

Естественно, что в благоприятных условиях при хорошем прогревании почвы максимальные урожаи дает кукуруза. Однако в хозяйствах с высокой численностью скота на 1 га и накоплением огромного количества навоза в пересчете на единицу площади кукуруза в наибольшей мере способствует загрязнению грунтовых вод. Кроме того, интенсивное применение гербицидов на кукурузе может отразиться на урожайности следующих за ней культур, а слишком глубокая и поздняя вспашка связана с уплотнением подпахотного горизонта и эрозией почвы.

Определенными преимуществами против кукурузы обладают кормовые бобы в смеси с горохом и клеверо-злаковые травосмеси, причем эти преимущества проявляются не только кратковременно, но и в течение длительного времени (табл. 59).

Каковы же преимущества возделывания смеси кормовых бобов и гороха на силос (в благоприятных условиях) по сравнению с кукурузой?

1. Культуры не страдают от поздних осенних и ранних весенних заморозков.

2. Более ранняя уборка и, как следствие, возможность выращивания промежуточной культуры или посев озимого ячменя; меньшая обсеменяемость сорняков.

3. Раннее затенение почвы, большая ее зрелость, защита от эрозии.
4. Полный или почти полный отказ от гербицидов.
5. Полный отказ от минеральных азотных удобрений или резкое снижение доз.

6. Запасание азота для следующей культуры.

7. Снижение численности свекловичной и злаковых нематод (обе культуры не являются хозяевами этих паразитов).

8. Повышенный выход сырого белка, т. е. сокращение дополнительных затрат на закупку белковых кормов.

Вместо смеси зернобобовых на силос можно выращивать и другие культуры (табл. 60), например подсолнечник, но лишь в тех районах, где не бывает ранних заморозков, или овес, если он не входит в основной севооборот или вводится в него один раз в четыре года. В целом же смеси культур как предшественники создают в севообороте больше проблем, чем последовательное их выращивание в чистом виде.

Зерновые и кормовые бобовые культуры можно выращивать для трех целей, причем каждый вид по-разному соответствует каждой из целей (табл. 61). В зависимости от сумм температур, определяемых

Т а б л и ц а 59. Результаты включения многолетних клеверо-злаковых травосмесей в севооборот

Ожидаемый эффект	Результат	Альтернатива
1. Оструктурирование почвы	Ослабление заплывания почвы, испарения почвенной влаги, эрозии	Повышение доз органических удобрений, выращивание промежуточных культур
2. Биологическая обработка подпахотного горизонта	Более активное разрастание корней вглубь, рыхление плужной подошвы, использование растениями почвенной влаги с большей глубины	Технико-механическая обработка подпахотного горизонта
3. Накопление азота	Сокращение закупок минеральных азотных удобрений для внесения под зерновые	Повышение доз минеральных азотных удобрений (в результате — более активное разложение гумуса)
4. Накопление гумуса за счет покоя почвы	Большая пригодность почвы к технико-механическим работам, рост активности дождевых червей	Удобрение соломой, выращивание промежуточных культур, минимальная обработка почвы
5. Уничтожение обсеменяющихся сорняков	Три укоса травостоя в год = исчерпание запаса семян в почве = меньшая потребность в химической борьбе с сорняками или в прополках	Внесение гербицидов



**Т а б л и ц а 60. Качество силоса при выращивании смеси разных культур**

Показатель	1980 г.	1981 г.
Содержание в смеси, %:		
кормовые бобы	40	30
горох	40	30
овес	20	20
подсолнечник	—	20
Качество силоса, %:		
сухое вещество	52,2	55,8
зола	7,2	6,4
сырой белок	6,1	6,3
сырая клетчатка	18,6	18,8
pH	5,1	5,5
молочная кислота	3,05	3,13
уксусная кислота	0,52	0,64
масляная кислота	0,09	0,003
Число баллов по Флигу	80	98
Оценка качества по Флигу	Хорошее	Очень хорошее

**Т а б л и ц а 61. Возможности использования кормовых бобовых и зернобобовых культур**

Вид использования культур	Зернобобовые			Кормо- вые бо- бовые (виды клевера, люцерна)
	кормо- вые бобы	горох	соя	
На зеленый корм	**	**	—	***
На сено	*	*	—	**
На силос	**	**	*	**
Зерно на корм	***	***	***	—
На семена	*	*	*	*
На зеленое удобрение (оздоровление почвы)	**	**	—	**

климатическими условиями, зернобобовые или достигают зрелости, или их приходится использовать на силос, если затраты на сушку слишком высоки.

Преимущество выращивания зерновых на силос (как и кукурузы) — это одноразовая уборка в сравнении с клевером, люцерной и травами, требующими нескольких укосов. Кроме того, зернобобовые позволяют проводить одноразовую загрузку силосохранилищ, т. е. они и с производственной (техничко-экономической) точки зрения выгоднее, чем клевер. Поэтому для средних по величине хозяйств с небольшими полями, где урожай клевера первого и даже второго укоса недоста-

точно для заполнения силосохранилищ, культуры одноразовой уборки, безусловно, более выгодны.

Выращивание зернобобовых на зерно в сравнении с культурой на силос связано с несколькими проблемами. Чтобы урожай полностью сформировался и вызрел, необходимы определенные климатические и погодные условия, в первую очередь — достаточная высокая сумма температур и оптимальное распределение осадков в течение вегетационного периода. Во избежание потерь урожая из-за опадения бутонов, сокращения числа бобов и их растрескивания, плесневения и повреждения семян насекомыми нужно в первую очередь принимать во внимание пригодность участка для выращивания зернобобовых на зерно, что для данной группы культур гораздо важнее, чем для зерновых. Потери урожая бывают минимальными при сухой погоде в период уборки, но заметно возрастают при недостатке влаги в фазе цветения.

Каковы же проблемы, связанные с возделыванием зернобобовых?

1. Нестабильность урожаев, зависящих от погодных условий.
2. Удлинение фазы цветения и неравномерное созревание семян в холодную погоду, плесневение семян.
3. Опадение бутонов и растрескивание бобов при сухой или переменной погоде, повреждение семяедами.
4. Самонесовместимость различных видов.
5. Восприимчивость к уплотнению почв (застойная влага).
6. Потребность в нейтральной реакции почвы даже подпахотного горизонта.
7. Видо- и сортоспецифическая реакция на избыточную или недостаточную обеспеченность фосфором.

Все эти проблемы удастся лишь частично разрешить с помощью таких мероприятий, как правильный выбор участка, чередование культур, обработка почвы, внесение удобрений. Экстремальные погодные условия, например избыток или недостаток дождей, способствуют нестабильности урожая зернобобовых, и влияние этого фактора только в незначительной степени ослабевает при введении указанных агроприемов.

При высоких дозах внутрихозяйственных удобрений в севообороте и проведении вспашки почв на небольшую глубину (15 см вместо 35) кормовые бобы дают более стабильные урожаи и проявляют достаточно высокую самосовместимость (табл. 62).

В зависимости от сорта кормовые бобы реагируют на возрастающие дозы фосфора и калия увеличением или снижением урожайности (рис. 25). Иногда эта реакция определяется "возрастом" сорта. Сортоиспытание на районирование может проходить, например, при довольно низких лактатных показателях РК, но в условиях производства они с течением времени изменяются. Каждый сорт должен давать максимальный урожай на фоне конкретных факторов среды, один из которых — это исходно низкое, а с годами значительно более высокое содержание

Т а б л и ц а 62. Урожай кормовых бобов в зависимости от глубины вспашки и доз навоза [ по 56 ]

Дозы навоза, ц/га	Глубина вспашки, см	Урожай зерна, ц/га
0	15	4,8
	25	12,8
	35	19,9
393	15	33,8
	25	28,9
	35	32,4
785	15	38,4
	25	35,4
	35	35,9

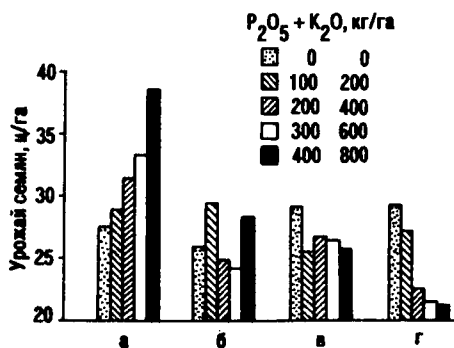
фосфора в почве данного поля. Следовательно, эффект возрастающих доз Р и К также будет зависеть от обеспеченности почвы этими элементами. Лактатные показатели 8, 15 или 25 мг на 100 г почвы при внесении 60—120 кг  $P_2O_5$  или 100—200 кг  $K_2O$  означают соответственно увеличение или снижение урожаев клевера персидского, т. е. при высоком содержании фосфора и калия в почвах под бобовыми дозы РК-удобрений могут оказаться избыточными. Реакция пшеницы на лактатные показатели при умеренных дозах NPK менее выражена, но при их повышении отчетливо проявляется зависимость между дозами азота и обеспеченностью почвы фосфором и калием. С дальнейшим увеличением доз NPK на почвах с высокими лактатными показателями урожаи пшеницы, видимо, начнут падать (рис. 26).

Органическое NPK-удобрение (стойловый навоз) вызывает у клевера лугового прирост продуктивности, но соответственно больший вынос фосфора и калия даже при высокой обеспеченности ими почвы (рис. 27).

Все вышесказанное позволяет сделать следующий вывод: реализовать высокий потенциал продуктивности новых сортов нужно не путем повышения доз минеральных удобрений при дробном их внесении, а за счет

Рис. 25. Урожай кормовых бобов (по сухому веществу зерна) на фоне разных доз РК-удобрений:

а — сорт Складия, 250 кг/га  $P_2O_5$ ; б — то же, без удобрения; в — сорт Кристалл, г — сорт Акерперле.



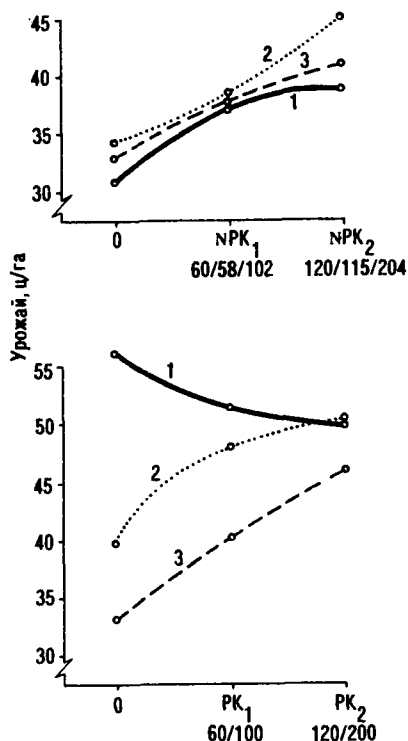


Рис. 26. Урожаи яровой пшеницы (вверху) и клевера персидского (внизу) на фоне возрастающих доз удобрений в зависимости от обеспеченности почвы фосфором и калием:

1 — лактатное число  $P_2O_5/K_2O = 24/58$ ; 2 — то же, 15/28; 3 — то же, 8/19.

улучшения физико-биологических свойств почвы на фоне изменяющейся концентрации питательных веществ. Это может произойти или при углублении пахотного слоя, т. е. обогащении подпочвы минеральными веществами, или же при их внесении в виде органических удобрений.

Объем биологически фиксированного бобовыми атмосферного азота, как правило, превышает, то количество азота, которое в настоящее время вносится в виде минеральных азотных удобрений под небобовые культуры (табл. 63). Кормовые бобы, горох и соя при урожаях зерна соответственно 60,

50 и 40 ц/га плюс растительные остатки (корни, солома) фиксируют в среднем 380—480 кг N/га. Внесение аналогичных доз минерального азота с большой очевидностью привело бы к повреждению растений в результате засоления почв, особенно в засушливых районах.

Из зернобобовых культур горох и кормовые бобы наиболее пригодны для возделывания в условиях Центральной Европы. В более теплых регионах с достаточной обеспеченностью влагой возрастает значение фасоли и сои, а при наличии соответствующих поддерживающих культур — также гороха.

Проблематику реализации потенциала продуктивности кормовых бобов, в частности достижения высоких и стабильных урожаев, можно рассмотреть на примере, показывающем решающую роль правильного учета компонентов урожайности.

*Первый компонент* — число растений на 1 м<sup>2</sup> — может зависеть от фермера, так как определяется нормой высева и полевой всхожестью семян, причем высокой полевой всхожести можно добиться за счет хорошей энергии прорастания и качественной подготовки семенного ложа.

*Второй компонент* — масса 1000 семян — закреплен генетически.

**Т а б л и ц а 63. Потребность зернобобовых культур в азоте при разных уровнях продуктивности и белковости**

Показатель	Кормовые бобы	Горох	Соя
Урожай семян, ц/га	25–60	20–50	15–40
Содержание белка, % СВ	24–36	27–36	30–42
Содержание азота в зерне, кг/га	100–360	90–300	75–280
Содержание азота в растительных остатках (корни, солома), кг/га	60–120	40–80	50–100
Суммарный азот в растении, кг/га	160–480	130–380	125–380

Существуют мелко-, средне- и крупносемянные сорта с массой 1000 семян от 300 до более 1000 г. Естественно, этот показатель может снижаться при сильной засухе или поврежденности растений насекомыми, например гороховой тлей или семяедем, однако оба фактора гораздо сильнее отражаются на *третьем компоненте* — числе семян (бобов) на 1 растение, наиболее нестабильном при выращивании зернобобовых культур. Снижение числа бобов или опадение бутонов зависит от:

- сорта;
- степени опыления;
- водообеспеченности;
- зараженности посевов тлями;
- обеспеченности почвы NPK или удобрения азотом;
- погодных условий и типа почвы;
- севооборота и доз органических удобрений;
- обработки регуляторами роста.

На примере кормовых бобов попробуем с помощью цифр показать, как достигнуть урожайности в пределах 36–72 ц при разных компонентах продуктивности (табл. 64). Большое число растений на 1 м<sup>2</sup> может привести к перерастанию стеблестоя в высоту, с чем связано более легкое полегание, а также неравномерное созревание культуры. У растений с высокой массой 1000 семян большая часть бобов сконцентрирована ближе к поверхности почвы, что приводит к потерям при комбайновой уборке. При низкой массе 1000 семян, густоте стеблестоя не более 30 растений на 1 м<sup>2</sup> и наличии 10–15 бобов на растении урожай кормовых бобов будет находиться в пределах 40 ц/га. Для обеспечения устойчивости к полеганию и с учетом затрат на посев нужно снизить число растений на 1 м<sup>2</sup>. Полевая всхожесть 80 % и густота стеблестоя 30 растений на 1 м<sup>2</sup> соответствуют 37,5 семенам/м<sup>2</sup>, т. е. норме высева 187,5 кг/га. При такой густоте стояния высоких урожаев можно добиться только за счет высокой массы 1000 семян. Следовательно, этот показатель должен быть равен 400–500, если число бобов на растении составляет 15, а среднее число семян в бобе — 3. В соответствии с примером,

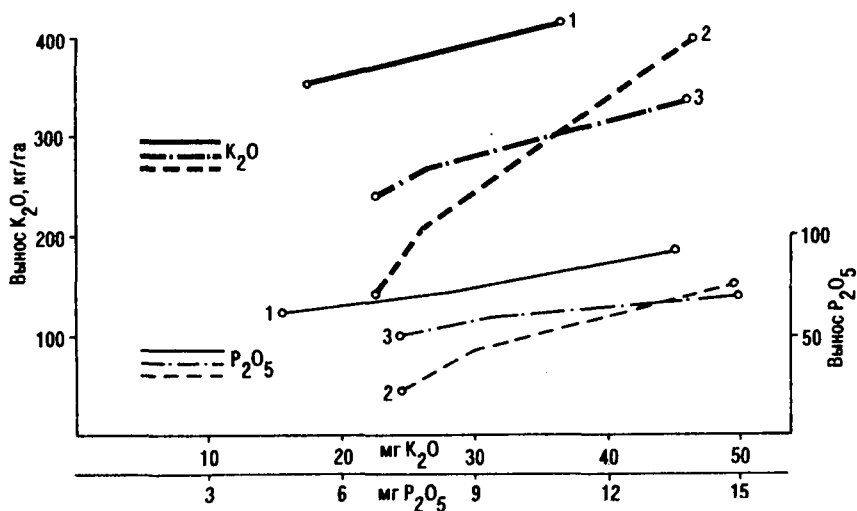


Рис. 27. Вынос калия и фосфора клевером луговым в зависимости от лактатных чисел и вида удобрений:

1 — органическое удобрение; 2 — без удобрения; 3 — минеральное удобрение.

приведенном в таблице 64, при данной величине компонентов продуктивности теоретически рассчитанный урожай составит 67,5 ц/га и даже при наличии только 10 бобов на 1 растение можно получить 45 ц/га

Таким образом, планирование выращивания зернобобовых культур должно осуществляться по следующим четырем этапам.

1. Проведение анализа местных условий и в соответствии с полу-

Т а б л и ц а 64. Урожай кормовых бобов при разных компонентах продуктивности

Число растений на 1 м <sup>2</sup>	Масса 1000 семян, г	Число семян на 1 растение (бобы × × семена)	Урожай, ц/га
20	300	60 (20 × 3)	36,0
30	300	34 (15 × 3)	40,5
50	300	26 (12 × 3)	54,0
60	300	30 (10 × 3)	54,0
20	300	120 (40 × 3)	72,0
20	600	60 (20 × 3)	72,0
30	500	45 (15 × 3)	67,5
30	1000	24 (6 × 4)	72,0

ченными данными — выбор той бобовой культуры, которая с уверенностью достигнет фазы зрелости семян. Для этого необходимы такие показатели, как

- сумма температур за период от посева до уборки, количество осадков и их распределение в течение вегетационного периода;
- кислотность пахотного слоя, лактатные показатели по РК, состояние подпахотного горизонта, особенно рН, при выборе культуры, хорошо реагирующей на известь;
- история полей (удобрение, севообороты);
- взаимодействие почвенных и климатических факторов с учетом истории полей и микроклимата (южный, северный склон).

2. В соответствии с данными п. 1 выбор наиболее подходящего вида и сорта, а также определение целевой назначенности культуры (на семена, на корм, на зерно, на силос).

3. Выбор видо- и сортоспецифической агротехники с учетом
- общей цели: стабилизация компонентов продуктивности, избежание отрицательного влияния погодных условий (недостаток воды, кислорода) или их компенсация путем соответствующей подготовки подпахотного горизонта;
  - специфических целей: устранение отрицательных эффектов почвы (рН, известь, РК, кислород, влага) за счет мелиорации подпахотного горизонта и (или) внесения органических удобрений;
  - посева на конечную густоту стояния.

4. Внесение удобрений в соответствии с потребностями конкретных полей:

- высокие дозы РК или отказ от РК-удобрений;
- высокие дозы органических удобрений или отказ от них (это особенно относится к бесподстилочному навозу, содержащему доступный  $\text{NH}_4$ );
- высокие дозы минерального азота или отказ от него;
- целенаправленная обработка почвы соответственно истории полей;
- бактеризация почвы соответственно условиям местности;
- предотвращение потерь (защита от голубей, фазанов, зайцев, тлей; посев сортов с нерастрескивающимися бобами).

## 15. ПОСЛЕДЕЙСТВИЕ БОБОВЫХ И ПОКОЙ ПОЧВЫ

Бобовые, как и любой другой предшественник, могут оказывать последствие не только на первую, но и на следующие культуры севооборота, что выражается в увеличении урожаев, облегчении или упрощении обработок почвы, накоплении в почве азота, сокращении числа обработок гербицидами, инсектицидами и фунгицидами. Все эти факторы должны быть включены в экономические расчеты.

С финансовой точки зрения доход от последствия предшественника можно оценить следующим образом.

1. Химическое последствие как накопление от 50 до 150 кг азота на 1 га (после бобовых) — 100—300 марок ФРГ/га.

2. Химическое последствие как остатки гербицидов, что позволяет отказаться от их внесения на следующий год (при условии правильной обработки почвы) — 50—150 марок/га.

3. Биологическое последствие как сокращение числа обработок фунгицидами или нематоцидами, а также полный отказ от них — 50—200 марок/га + прибавка урожаев в пределах 3—10 ц — 150—500 марок/га.

4. Физическое последствие как обеспечение хорошей структуры пахотного и подпахотного слоя и соответственно более легкая или минимальная обработка почвы — 30—50 марок/га + прибавка урожая в размере 2—10 ц за счет лучшего поступления влаги из подпахотного горизонта — 100—500 марок/га + ослабление эрозии почвы при воздействии кукурузы или сахарной свеклы — 50—500 марок ФРГ/га.

Прирост урожайности, например пшеницы, при правильном чередовании культур или после особенно благоприятного предшественника колеблется от 5 до 30 ц/га. Доход от таких прибавок нужно суммировать с вышеприведенными доходами от сокращения затрат на пестициды, обработки и т. д.

Урожай озимого ячменя, размещенного по кормовым бобам, достигают 50—60 ц/га, но снижаются в среднем на 0—10 ц при внесении даже 40 кг/га минерального азота (табл. 65).

Активность бобовых как предшественников очень видоспецифична (табл. 66). Например, по данным Хайнцманна [68], после кормовых бобов озимая пшеница давала от 42,1 до 67,2 ц/га, после зернобобовых на зерно — только 30,5—41,1 ц/га и после зернобобовых на силос — до 39,1—51,2 ц/га, т. е. в последнем варианте прибавка зерна составила в среднем 10 ц/га.



**Т а б л и ц а 65.** Влияние азотных удобрений на урожай озимого ячменя, высеянного по кормовым бобам

Сорт ячменя	1977 г. (посев 24.09.76 г.)		1978 г. (посев 29.09.77 г.)*	
	0	40	0	40
Дура (четырёхрядный)	57,9	52,5	58,1	47,6
Эспе	59,0	53,8	60,3	60,4
Фогельзанд Гольд	60,2**	55,2**	58,0	54,1
Дуна	59,7**	56,2**	62,8	56,5
Соя (двухрядный)	57,8***	53,4***	51,5	50,6

\* Норма высева 450 зерен/м<sup>2</sup>.

\*\* Норма высева 300 зерен/м<sup>2</sup>.

\*\*\* Норма высева 600 зерен/м<sup>2</sup>.

**Т а б л и ц а 66.** Урожай озимой пшеницы в зависимости от предшественника [68]

Предшественник - зернобобовая культура	Урожай пшеницы, ц СВ/га		Предшественник - кормовая культура	Урожай пшени- цы, ц СВ/га
	А	Б		
Люпин белый	38,7	45,7	Клевер луговой	52,1
Люпин синий	39,8	39,8	Сераделла	48,6
Люпин желтый	30,5	40,6	Клевер александрийский	52,1
Кормовые бобы:				
Герра	39,3	44,9	Клевер персидский	67,2
Миника	42,1	40,8	Клевер шведский	53,2
Феликс	43,3	44,5	Клевер белый	57,7
Герц Фрейя	38,6	46,9	Люцерна местная	49,0
Кормовой горох	47,1	47,2	Люцерна импортная	64,4
Чина	46,0	51,2	Люцерна хмелевидная	54,8
Вика яровая	43,6	48,0	Язвенник многолистный	52,8
Соя	35,9	39,1	Эспарцет	42,1
			Клевер инкарнатный	51,7

**П р и м е ч а н и е.** А — уборка предшественника 28.08; Б — уборка 19.07 или 14.08. Импортная люцерна — из Саудовской Аравии.

Интенсивная обработка почвы, несомненно, может значительно усилить мобилизацию азота, накопленного кормовыми бобовыми травами. Опыты, проведенные в условиях Швабской Юры (ФРГ), с вспашкой плугом или фрезой после однолетнего, двух- и трехлетнего возделывания кормовых бобовых, показали, что после вспашки плугом урожай возрастает на 10 ц/га по сравнению с обработкой почвы фрезой.

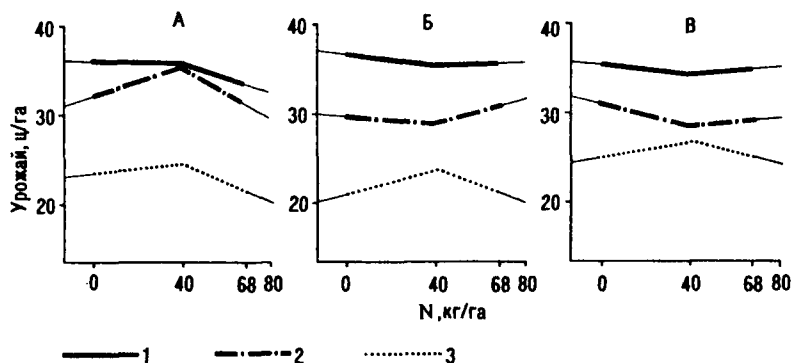


Рис. 28. Урожай озимой ржи при разных предшественниках и дозах азота (навоз КРС):

А и Б — клеверо-злаковые травосмеси разного состава; В — люцерна; 1, 2, 3 — трех-, двух- и однолетнее кормопроизводство соответственно.

Таблица 67. Урожай озимой ржи в зависимости от способа вспашки и сроков выращивания травосмесей (Швабская Юра, 700 м н.у.м.)

Травосмесь, способ обработки	Урожай (ц/га) при возделывании предшественника		
	3 года	2 года	1 год
Клеверо-злаковая + разнотравье			
Плуг	35,90	32,00	23,65
Фреза	26,55	26,80	20,25
Клеверо-злаковая			
Плуг	36,50	29,70	21,05
Фреза	32,30	26,25	21,85
Люцерна + эспарцет			
Плуг	35,10	31,00	25,40
Фреза	32,50	30,10	24,90

Внесение бесподстилочного навоза из расчета 40–80 кг суммарного азота на 1 га отражается на урожае в меньшей степени, чем удлинение периода выращивания клевера в травосмеси с 1 до 3 лет (рис. 28, табл. 67).

В соответствии с данными анализов почв, проведенных Расселом [127] еще в 1856–1912 гг., покой почвы под травостоем также обеспечивает накопление значительного количества азота (и углерода), который превращается в аммиачную и аммонийную форму. В результате растения могут получать необходимое им питание из этих запасов. Такой переход от покоя почвы к ее обработке как метод обогащения

азотом лежал в основе прежних систем землепользования (подсечно-огневой, лесопольной), в настоящее время на нем строится система Лея в Англии.

Т а б л и ц а 68. Накопление азота в почве после 56-летнего покоя [127]

Показатель	Год проведения анализов			
	1856	1873	1888	1912
Содержание азота в верхнем слое почвы (22,5 см), %	0,152	0,203	0,235	0,338
Суммарный азот в пересчете на 3,15 млн. кг/га почвы с помощью коэффициента D 1,4 ( $1,4 \times 22,5 \times 10^6$ )	4788	6394	7402	10 647
Промежутки между анализами, лет	17	15	24	
Суммарный азот (кг/га), накопившийся:				
за данный период	1606	1008	3245	
за 1 год	94,5	67,2	135,2	
Суммарный азот (кг/га), накопившийся:				
за 56 лет				5859
за 1 год				104,6

Приведенные ниже данные Рассела [127] показывают, что за 56 лет покоя почва накапливает в среднем до 5800 кг N/га (табл. 68).

Колебания в показателях суммарного азота от 67 до 135 кг на 1 га по годам могли зависеть как от погодных условий, так и от характеристики участков, где отбирались пробы почвы. Однако, если принять, что в находящейся в состоянии покоя почве гумус связывает ежегодно в среднем 100 кг N/га, такое обогащение не может продолжаться 50 лет, поскольку мобилизация лишь 3 % всего запаса азота в размере 10 600 кг (данные 1912 г.) означала бы высвобождение 318 кг N/га, т. е. слишком большого количества. Данный показатель можно снизить за счет менее интенсивной обработки почвы (например, фрезой) при распашке пласта. Использование под пашню почвы, содержащей 5500 кг азота, при 3 %-ном разложении гумуса означало бы утилизацию растениями только 192 кг N/га, а это обусловило бы урожай пшеницы в размере 70–75 ц/га, причем на многие годы. Однако даже незначительный избыток азота, внесенного с удобрениями, приводит к снижению урожаев (см. табл. 65). Следовательно, необходимо избегать и слишком активной мобилизации азота за счет интенсивной обработки почвы, и любого переобогащения почвы азотом за счет слишком высокого содержания в ней гумуса. Чередование многолетнего травяного пласта и 2–5-летней пашни (при ежегодном связывании в среднем 100 кг N/га) с возделыванием кормовых трав не более 3–6 лет и пашни в течение 3–4 лет целесообразно и с точки зрения потенциального обеспечения почв азотом (см., однако, гл. 17).

Чем больше перепахивается в мире лугопастбищных земель и чем меньше закладывается таких угодий заново, тем меньше сможем мы использовать в будущем запасы накапливающегося в почве гумуса. Поэтому с ростом интенсификации земледелия для получения 50 ц пшеницы нам придется вносить в почву уже не 100, а 150 и более кг/га минеральных удобрений, поскольку резервы гумуса в почве и поступление азота из этого источника будут сокращаться.

Еще 10 лет назад в странах Ближнего Востока фермер, имевший 20 тыс. га земельных угодий, вносил 30 кг/га минеральных удобрений и получал 30 ц/га зерна. Теперь его урожай сократился наполовину, несмотря на чередование зерновых и пара. За 10 лет в результате распашки лугопастбищных угодий резервы гумуса и, следовательно, запасы азота в почве оказываются исчерпанными, и для получения 30 ц зерна нужно вносить не 30, а 80—100 кг N/га.

Проблема хозяйственного использования площадей, многие годы оставшихся в покое, заключается в слишком интенсивной их обработке и, следовательно, излишней мобилизации азота. Азот не может быть переведен в урожай и в результате в массе теряется при вымывании.

---

## 16. ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В СИСТЕМЕ УДОБРЕНИЕ—ОБРАБОТКА ПОЧВЫ—СЕВООБОРОТ

---

Для оптимизации пяти факторов роста (свет, воздух, температура, вода, минеральное питание), для минимизации вредоносных факторов и формирования правильной комбинации компонентов продуктивности необходимо разрабатывать такие системы возделывания, которые соответствовали бы конкретным условиям местности и климата. Наряду с правильным выбором участка для данной культуры или культуры и сорта для данной местности (первое эколого-биологическое мероприятие), установлением оптимального срока и нормы посева, глубины заделки семян, а также с учетом необходимости в орошении для данной культуры осуществлению вышеуказанных целей в первую очередь служат обработка почвы, удобрение, севооборот и система защиты растений. Как показывает таблица 69, в этом случае нужны и универсальные, и специфические меры. С помощью органических удобрений и правильного севооборота можно достичь всех целей, указанных в таблице 69. Именно поэтому в прежних системах возделывания внесение органических удобрений и севооборота по своему значению почти или полностью приравнивались к обработке почвы.

Чисто теоретически можно принять, что в современном сельском хозяйстве улучшенная техническая обработка почвы в сочетании с оптимальными дозами минеральных удобрений и направленной химической защитой растений по своему эффекту не уступает органическим удобрениям и севооборотам и может заменять их.

Однако и практика прошлых лет, и материалы, приведенные в предыдущих главах, показывают, что, во-первых, с помощью севооборотов и внесения органических удобрений практически нельзя восстановить полностью баланс РК и, во-вторых, оптимальное обеспечение растений азотом за счет органики зависит от климатических и погодных условий. Аналогично, биолого-механическая борьба с сорняками в районах, страдающих от засоренности, часто бывает малоэффективной. В то же время только техническая обработка почвы и преобладающая химическая защита растений ведут к возникновению известных экономических и экологических проблем. Следовательно, нам необходима интегрированная система возделывания.

Прежде всего выделим некоторые основные положения.

1. Исключение одной культуры из севооборота отражается на остальных звеньях агросистемы, т. е. на обработке почвы, внесении удоб-

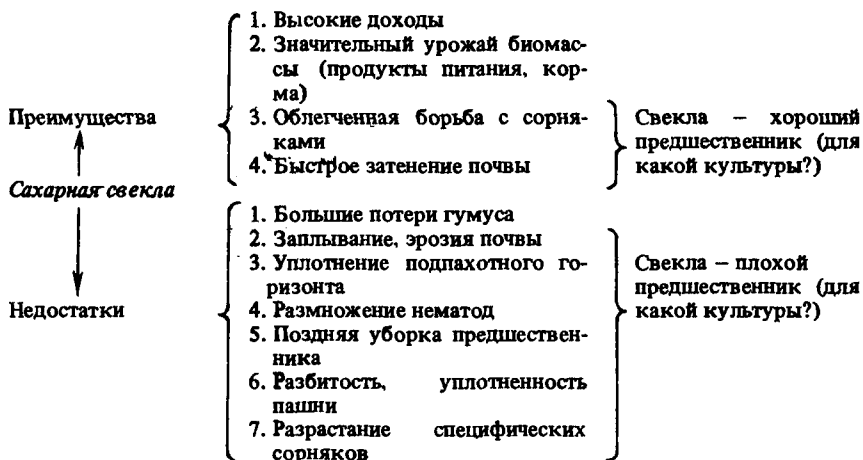
**Т а б л и ц а 69. Влияние пяти агроприемов на оптимизацию факторов роста и ослабление вредоносных факторов**

Факторы	Обра- ботка почвы	Внесе- ние ор- ганики	Внесе- ние ми- нераль- ных удобре- ний	Севो- оборот	Хими- ческая защита
<b>Факторы роста:</b>					
свет	—	— (*)	— (*)	—	— (*)
температура	*	*	—	—	—
воздух ( $O_2, CO_2$ )	*	*	—	*	—
вода	*	*	(*)	*	— (*)
азот	(*)	*	**	*	— (*)
Р, К, Са	(*)	(*)	**	—	— (*)
<b>Вредоносные факторы:</b>					
корневые гнили	*	*	—	**	*
нематоды	—	*	—	**	*
сорняки	**	(*)	(*)	**	*

рений и мероприятиях по защите растений, поскольку каждый вид растений в пределах данного севооборота несет определенные функции.

2. Изменение агротехники применительно к данной культуре может отразиться на остальных агромероприятиях гораздо сильнее, чем изменение схемы севооборота, т. е. исключение какой-либо одной культуры.

Интегрированная система возделывания должна составляться с учетом всех преимуществ и недостатков каждой культуры, ее положительного или отрицательного воздействия на почву, влияния растительных остатков данного вида на следующую культуру севооборота. Это отчетливо просматривается на нижеприведенном примере с сахарной свеклой.



Для каждого севооборота нужно, кроме того, устанавливать общие и специфические проблемы, чтобы целенаправленно решать их с помощью биологических, технических или химических мероприятий (табл. 70).

Т а б л и ц а 70. Общие и специфические проблемы, характерные для севооборота сахарная свекла—кукуруза—зерновые

Культура	Специфические проблемы	Общие проблемы
Сахарная свекла Озимая пшеница (ОП)	Запыливание, эрозия, уплотнение почвы при уборке Стерня озимого ячменя, подготовка семенного ложа, некорневая подкормка сахарной свеклы, растения сахарной свеклы как сорняки	Высокие затраты на ежегодную обработку почвы Отрицательный баланс азота (гумуса), уплотнение подпахотного горизонта Утилизация бесподстилочного навоза
Озимый ячмень (ОЯ)	Самосев ОП, разложение стерни ОП	
Кукуруза (К) на корма и зерно	Запыливание почвы, эрозия	
Озимая пшеница	Стерня ОЯ, последствие гербицидов	
Озимый ячмень	Самосев ОП, разложение стерни ОП (и многие другие)	

В сельском хозяйстве проведение каждого агроприема и его результативность зависят от климатических, почвенных и в первую очередь от погодных условий, причем между сферами действия четырех агромероприятий (севооборот, обработка почвы, удобрение и защита растений) существует взаимосвязь. Поэтому приведенные ниже результаты нескольких однолетних опытов не позволяют делать какие-то обобщения. Точно так же результаты многолетних опытов в одной местности не могут быть перенесены в условия другой местности, отличающейся по типу почвы, климату, севооборотам или системе хозяйствования. Каждое хозяйство должно опробовать свою эколого-биологическую систему. Для этого нужно иметь представление о комплексе заданных условий, из которых вытекают выводы относительно выбора соответствующих агромероприятий.

К каким же заключениям можно прийти, пользуясь результатами опытов научно-исследовательских институтов или официальными рекомендациями?

## ПЕРВЫЙ ОПЫТ

По данным опыта с четырьмя севооборотами, двумя видами обработки почвы и тремя дозами азотных удобрений можно прийти к следующим общеприемлемым выводам (рис. 29).

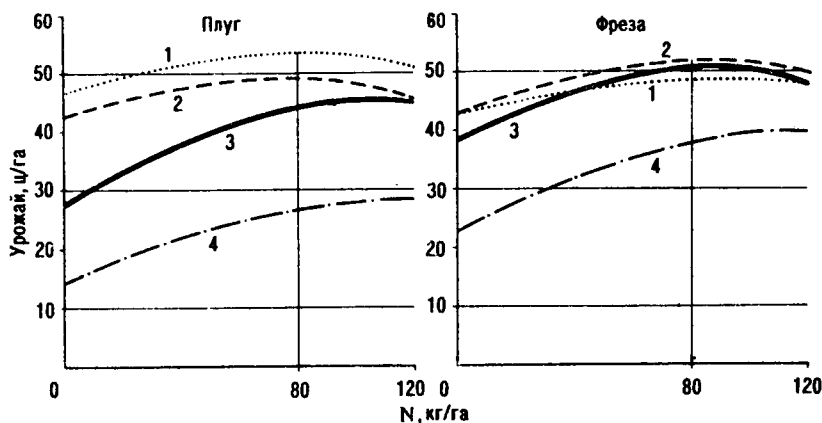


Рис. 29. Урожай озимой пшеницы в зависимости от предшественника, доз азота и способа обработки почвы (опыты в Хознхайме, 1976 г.):

1 – кормовые бобы; 2 – кукуруза; 3 – сахарная свекла; 4 – озимая рожь.

1. После кормовых бобов как предшественника урожай пшеницы снижается из-за минимизации обработки почвы, поскольку, очевидно, при этом мобилизуется меньше азота, чем при вспашке плугом.

2. После сахарной свеклы и кукурузы урожай пшеницы повышается при сокращающейся обработке почвы, так как из-за сухой погоды во время уборки предшественника поле меньше разбивается техникой и необходимость в глубоком рыхлении (для ликвидации уплотнений) отпадает. При мелкой обработке фрезой в противоположность вспашке на поверхность пашни не выворачиваются крупные комья, формируется биологически разрыхленный слой толщиной до 10 см, т. е. структура семенного ложа более благоприятна и в результате всходы появляются более равномерно.

3. Стерня ячменя (предшественник) остается в нижних горизонтах при двух вышеуказанных культурах, а при обработке фрезой, в противоположность вспашке плугом, не выводится на поверхность. В результате следующая за ячменем пшеница меньше поражается болезнями. В варианте с фрезой прирост урожая пшеницы, следующей за рожью, объясняется так же, как в варианте с посевом пшеницы по кукурузе и сахарной свекле. По нашему мнению, увеличение урожая связано и с тем, что дозы азотного удобрения под рожь были гораздо ниже, чем под кукурузу и сахарную свеклу, и биологическое превращение азота в почве шло более активно, чем под пропашными культурами. При глубокой вспашке опасность заражения пшеницы, высеянной по ячменю, возрастает.

4. При минимальной обработке почвы (фреза) самосев ржи уничтожался не полностью, в посеве пшеницы насчитывалось до 20 % растений



ржи, что также обусловило повышение общего урожая. Следовательно, при обработке почвы фрезой необходимым и целесообразным было бы изменение чередования культур: вместо звена рожь—пшеница — звено рожь—рожь.

## ВТОРОЙ ОПЫТ

Здесь речь идет о выращивании пшеницы по сахарной свекле в трех хозяйствах при разных способах обработки почвы (рис. 30) и нижеприведенных севооборотах.

<i>Хозяйство I</i>	<i>Хозяйство II</i>	<i>Хозяйство III</i>
Сахарная свекла	Озимая рожь	Сахарная свекла
Озимая пшеница	Озимая рожь	Кукуруза на зерно
Яровой ячмень	Яровая пшеница	Озимая пшеница
Озимая пшеница	Яровая пшеница	Кукуруза на зерно
Сахарная свекла	Сахарная свекла	Сахарная свекла
Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница

Результаты были следующими.

1. При вспашке плугом и повышении доз азота со 120 до 180 кг/га ни в одном из хозяйств прибавки урожая не получено. При обработке фрезой урожай пшеницы возрос в двух хозяйствах.

2. Колебания урожайности при вспашке (42, 62 и 75 ц) и минимальной обработке (65, 75 и 80 ц) очень велики, несмотря на одинаковый предшественник.

3. Разница в урожаях между вариантами с плугом и фрезой на фоне 180 кг N/га в хозяйствах I, II и III составляла соответственно 23, 14 и 4 ц/га (см. рис. 30).

Такие результаты частично определяются различиями в местных условиях (почва, климат), но главным образом — севооборотами трех хозяйств. В хозяйстве I биологически нездоровый севооборот и, очевидно, плохое физическое состояние подпахотного горизонта при вспашке плугом обусловили перенос давления инфекционного фона с пшеницы, служившей предшественником сахарной свекле, на пшеницу, размещенную в последнем поле по сахарной свекле. Слой почвы толщиной до 10 см, химико-биологически оздоровленный за счет выращивания сахарной свеклы, оказался запаханным, а растительные остатки пшеницы-предшественника, законсервированные при глубокой вспашке под сахарную свеклу, были вновь вынесены на поверхность. Химико-биологическое оздоровление этого слоя почвы было обеспечено в первую очередь хорошим затенением, внесением минерального азота, гербицидов и, очевидно, фунгицидов.

В хозяйстве II давление инфекционного фона было, по-видимому, несколько слабее, в том числе по листовым болезням и болезням ко-

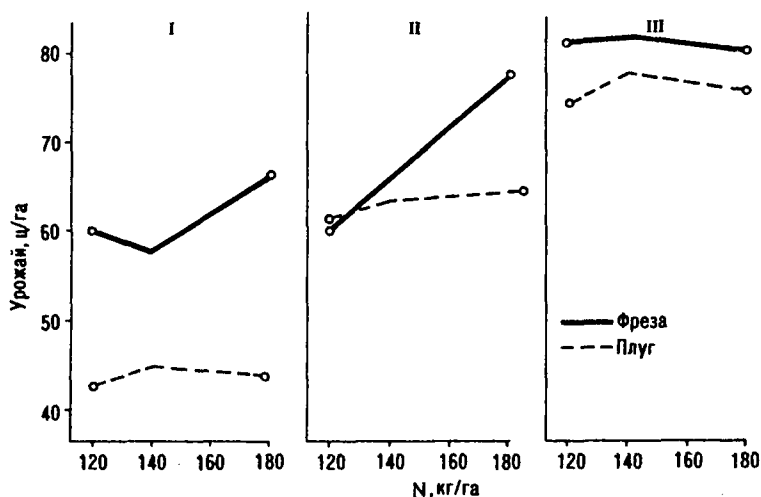


Рис. 30. Урожай озимой пшеницы в трех разных хозяйствах (I, II, III) в зависимости от способа обработки почвы и доз азота; предшественник во всех вариантах — сахарная свекла.

лосьев, а водообеспеченность — немного лучше, о чем говорит возрастание массы 1000 зерен. Однако в варианте сплугом ситуация оказалась такой же, как в хозяйстве I, и только при обработке фрезой внесение азотных удобрений обеспечило прирост урожая пшеницы.

В хозяйстве III повторное выращивание санирующих культур (в данном случае кукурузы и сахарной свеклы) определило и общее увеличение урожайности, и менее выраженные колебания по вариантам обработки почвы. Зараженные растительные остатки не могли быть вынесены плугом перед посевом пшеницы. Более качественное семенное ложе после обработки фрезой обеспечило прибавку урожая в размере 4 ц/га.

*Примечание.* Нездоровый севооборот (хозяйство I) при ошибочно выбранном способе обработки почвы не обеспечит высоких урожаев даже на фоне возрастающих доз азота.

Естественно, что при нездоровом севообороте фермер может провести вспашку под сахарную свеклу, но одновременно он будет вынужден отказаться от вспашки после сахарной свеклы из-за зараженного предшественника и находящейся в опасности следующей культуры. Чтобы избежать необходимости проведения минимальной обработки после сахарной свеклы, ему нужно исключить вспашку под нее. Тогда зараженные патогенами остатки стерни останутся на поверхности и при выращивании свеклы (затенение) на фоне внесенного минерального азота быстро разложатся. После уборки свеклы (в зависимости от погоды) можно будет провести культивацию, вспашку или фрезерование.

Здоровый севооборот в хозяйстве III также позволяет после уборки свеклы провести обработку почвы под пшеницу любым способом. Фермер свободен в выборе при условии подчинения целям конкретного севооборота и в меньшей степени связан характером погодных условий.

### ТРЕТИЙ ОПЫТ

В третьем опыте преобладает действие не только смены севооборота, но и удобрений — органического и минерального (табл. 71). В шести хозяйствах (одно традиционное с внесением минеральных удобрений и одно биологическое с внесением органических удобрений в каждом из вариантов А, Б и В) было выделено по два соседних поля. Одинаковыми для полей были подопытная культура (пшеница), предшественник, почвы, климат, погода и дозы азотных удобрений в год опыта. Сопоставляемые хозяйства различались по типам севооборотов, виду вносимых удобрений, предыстории полей и мерам защиты растений.

Т а б л и ц а 71. Урожай пшеницы в зависимости от внесенных удобрений в разных севооборотах

Год опыта	Варианты, хозяйства					
	А		Б		В	
	I	II	III	IV	V	VI
<i>Севообороты</i>						
1975	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Люцерна	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Горох
1976	Озимая рожь	Овес	Люцерна	Яровой ячмень	Яровой ячмень	Яровой ячмень
1977	Картофель	Картофель	Картофель	Картофель	Клевер	Клевер
1978	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница	Озимая пшеница
<i>Урожай, ц/га</i>						
N <sub>0</sub>	50,2	38,9	63,7	33,3	37,3	45,9
N <sub>60</sub>	44,7	52,3	70,1	41,6	41,8	50,4
N <sub>120</sub>	44,1	55,4	65,6	53,7	48,9	55,9

В вариантах II, IV и VI вносили минеральное удобрение, в вариантах I, III и V — органическое (навоз). На рисунке 31 тонкие линии отражают измеренное, а жирные — экстраполированное изменение урожая, чтобы показать, какие дозы азота могут дать одинаковые урожаи или в каком направлении меняются урожаи при N<sub>0</sub>.

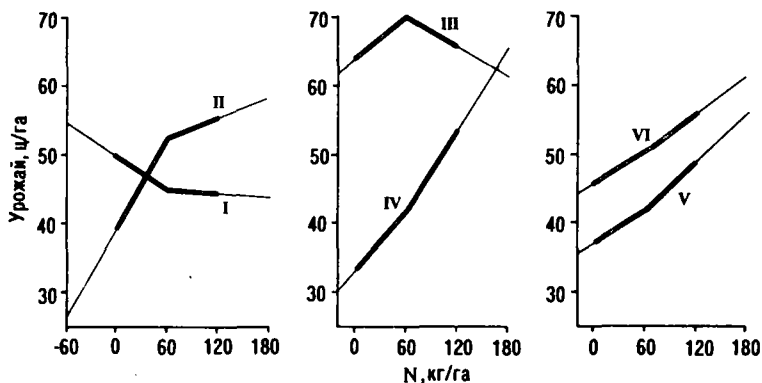


Рис. 31. Урожай озимой пшеницы в шести разных хозяйствах (I–VI) в зависимости от доз азота. В хозяйствах II, IV и VI вносили минеральные удобрения, в хозяйствах I, III и V – органические.

В хозяйстве II максимальный урожай мог быть получен при внесении 180–220 кг N/га, в хозяйстве I, по-видимому, при 100 кг N/га. Это позволяет сделать вывод об очень различающемся потенциальном плодородии почв (или полей) в этих вариантах. Высокое плодородие почвы в биологическом хозяйстве является, очевидно, результатом внесения значительных доз органического удобрения в предыдущие годы, что вместе с минеральным азотом обеспечило избыточное питание растений. В традиционном хозяйстве при минимальной обработке почвы (доза азота 60 кг/га, см. рис. 31) урожай мог бы оказаться ниже 30 ц/га.

В хозяйствах IV и III урожай мог быть максимальным при 180 или же при 60 кг N/га. И в этом случае обеспеченность почвы в традиционном хозяйстве сравнительно невелика, причем ниже, чем в хозяйстве I. Резкое увеличение урожая при внесении минеральных удобрений указывает, однако, на более активную трансформацию азота, чем в хозяйстве I. Доза 120 кг/га обеспечивает прибавку урожая в размере 23 ц зерна, что в сумме с трансформацией азота соломы соответствует приблизительно 50 %-ной общей утилизации азота. В хозяйстве III трансформировалось 33 % дозы величиной 60 кг N/га, а доза 120 кг/га вообще не трансформировалась в урожай. Высокий уровень продуктивности пшеницы в хозяйстве III следует отнести на счет люцерны как предшественника и органического удобрения.

Результаты, полученные в хозяйствах V и VI, показывают, что высокий урожай без внесения азота определяется биологическим эффектом севооборота, а совсем не обязательно характером хозяйства – традиционным или биологическим. При способствующем развитию болезней севообороте биологического хозяйства урожай однозначно ниже, чем в традиционном хозяйстве, где чередование бобовых и зерновых дает более благоприятные результаты.

Т а б л и ц а 72. Проблемы разных севооборотов и способы их решения

Севооборот	Варианты обработки почвы	
	А	Б
<i>1-й севооборот</i>		
Озимый ячмень (ОЯ)	Плуг	Плуг
Кукуруза	Культиватор, фреза	Плуг (сидерат)
Озимая пшеница (ОП)	Плуг, культиватор или фреза	Фреза (или ярусный культиватор)
66 % озимых, 33 % яровых зерновых	Плуг	Плуг
Проблема I: солома ОЯ → болезни ОП		
Проблема II: самосев ОП → ОЯ		
Проблема III: солома ОП → болезни ОЯ		
Проблема IV: остатки кукурузы на зерно		
Проблема V: последствие гербицидов		
<i>2-й севооборот</i>		
Кукуруза		Культиватор
Кукуруза	Плуг!!	Плуг или культиватор (ярусный, но не лемешный)
Озимая пшеница	Плуг, культиватор, фреза	Плуг, культиватор, фреза
Озимый ячмень	Плуг!!	Плуг
(50 % озимых, 50 % яровых зерновых)		
Проблема I: солома ОП → болезни ОЯ		
Проблема II: самосев ОП → ОЯ		
<i>3-й севооборот</i>		
Кукуруза	Плуг	Ярусный культиватор
Овес	Плуг	Фреза
Озимая пшеница	Плуг	Обработка стерни, промежуточная культура, вспашка плугом
Яровой ячмень	Культиватор	Промежуточная культура бобовые, ротационный плуг или культиватор
(25 % озимых, 75 % яровых зерновых)		
Проблема I: уровень продуктивности ярового ячменя или овса		

Из этого примера нужно сделать следующие выводы. Интерпретация данных опытов с удобрениями требует знания предыстории полей на опытных участках с учетом севооборотов и вносимых удобрений. При сопоставлении хозяйств необходимо принимать во внимание приросты урожаев под влиянием азотных удобрений, начиная с дозы  $N_0$ . Только

таким образом можно установить, на фоне каких доз данная система хозяйства дает преимущества.

Дальнейшее моделирование покажет, что изменение севооборота в сочетании с целенаправленной обработкой почвы приводит к сокращению числа проблем, возникающих при определенном чередовании культур или при соответствующем типе хозяйства (табл. 72).

В 1-м севообороте возникает пять проблем. Уже с помощью обработки почвы под кукурузу, ориентированной на биологическую цель (предупреждение переноса болезней с озимого ячменя на озимую пшеницу), можно решить первую проблему. Для решения проблемы II потребуются вспашка плугом после озимой пшеницы с предварительной обработкой стерни для прорастания самосева пшеницы, т. е. и в этом случае предусматривается целенаправленная обработка почвы. Проблемы III—V отпадают сами по себе при перестройке севооборота, а также в результате вывоза соломы и сокращенного применения гербицидов на кукурузе или смены препаратов.

При переходе к 2-му севообороту присущие ему две проблемы решаются путем соответствующей обработки почвы, когда после кукурузы 1-го года проводится обработка ярусным культиватором и полностью исключаются или применяются лишь в минимальном объеме гербициды под кукурузу 2-го года.

При переходе к 3-му севообороту возникает только одна проблема: снижение урожайности яровых зерновых по сравнению с озимыми. И все же выращивание яровых зерновых (из-за сокращения доз удобрений и меньших затрат на проведение защитных мероприятий и сушку зерна) может оказаться экономически более целесообразным, чем монокультура озимых.

Переход к целенаправленным севооборотам и обработкам почвы, а также закладка опытов с возрастающими дозами удобрений, которые позволили бы установить характер трансформации азота в урожай, обеспечивают, по нашему мнению, значительные экономические резервы, которые следует реализовать.

Культуры, представляющие интерес с производственно-экономической точки зрения, едва ли будут заменены менее урожайными на основе экологических причин. Следовательно, если фермер отказывается от изменения схемы севооборота, ему остается только перейти к целенаправленной обработке почвы. При ежегодной глубокой вспашке (углубление пахотного слоя) в звене кукуруза—озимая пшеница семена сорняков, например проса, на кукурузном поле, а также семена сорняков озимой пшеницы и ее растительные остатки, пораженные болезнями, будут запаханы глубоко в почву, а на следующий год вынесены на поверхность, если вновь запланирована зерновая культура. Проблемы, таким образом, разрастаются, и для их решения фермер пытается применять повышенные дозы гербицидов и фунгицидов или выбирает новые препараты. Наряду с таким "химическим" решением проблем сле-

довало бы испытать и технико-биологический путь. Обработка почвы ярусным культиватором или фрезой, при которой остатки предшественника на следующий год разлагаются и уничтожаются гораздо активнее, позволяет точнее контролировать развитие болезней и сорняков, чем глубокая вспашка, приводящая к консервации и семян, и зараженных остатков растений. От вспашки полностью отказываться не следует, ее можно проводить время от времени в соответствующем чередовании с рыхлением почвы. При этом схема севооборота, содержащего по 50 % кукурузы и пшеницы, может быть только следующей: кукуруза 2 года—пшеница 2 года. Целенаправленная обработка почвы при этом включала бы: под кукурузу 1-го года (после пшеницы) — глубокую культивацию, под кукурузу 2-го года — ярусную культивацию, под пшеницу 1-го года — ярусную культивацию или только обработку фрезой, под пшеницу 2-го года (после мелкой обработки стерни) — вспашку на глубину 20—25 см.

## 17. УДОБРЕНИЕ, ОБРАБОТКА ПОЧВЫ И СЕВООБОРОТ КАК ЗВЕНЬЯ СИСТЕМЫ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ

Биологические и механические способы борьбы с вредителями, болезнями, сорняками детально рассмотрены в книгах Франца\* и Коха [86]. Данная глава не может служить пособием по защите растений. Однако в земледелии и растениеводстве основоположения и накопленные данные специальных дисциплин всегда входят в интегрированную систему производства, это же относится к вопросам механизации. Агроприемы в такой системе рассматриваются не в физико-энергетических или технолого-экономических аспектах, а с точки зрения их биологически направленного действия или возможных нежелательных эффектов.

Защита растений, несомненно, самая проблематичная часть биологического земледелия, поскольку каждый фермер по отдельности не в состоянии бороться со всеми болезнями и вредителями на своих полях, используя правильное чередование культур или соответствующие способы обработки почвы. На пустырях, опушках леса, в садах или на приусадебных участках растет множество промежуточных хозяев возбудителей болезней, и это способствует формированию мощного инфекционного фона. Восприимчивый сорт, высеянный на поле соседней фермы, размещение озимого ячменя рядом с яровым и даже доля того или иного вида культуры на пашне сельскохозяйственной общины могут привести к резкому возрастанию давления инфекционного фона, ослабить которое в условиях отдельного хозяйства не удастся. Наконец, массовому размножению вредителей или вспышкам эпифитотий могут благоприятствовать конкретные погодные условия.

Для борьбы с конкурентами культурных растений, т. е. с сорняками, вредителями и возбудителями болезней, всегда существовали и существуют в настоящее время различные альтернативные меры (рис. 32). Выбор того или иного способа борьбы определяется стабильностью и длительностью его действия, затратами на осуществление и техническими возможностями хозяйства или наличием нужных ядохимикатов.

Центральное место в системе защиты растений постоянно занимает чередование основных культур в севообороте с учетом необходимого перерыва в возделывании одного вида.

---

\* Й. Франц, А. Криг. "Биологические методы борьбы с вредителями". М., Колос, 1984. — *Прим. пер.*



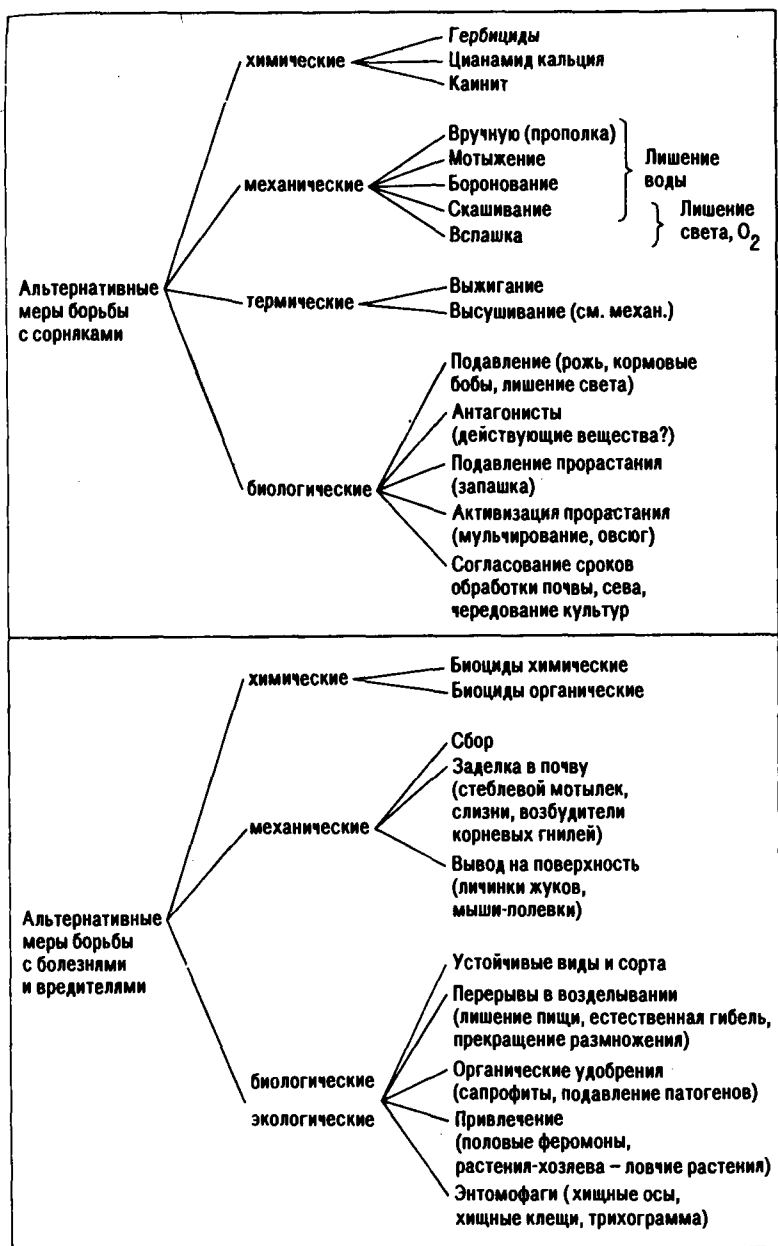


Рис. 32. Примеры альтернативных методов и способов борьбы с сорняками, вредителями и болезнями.

В 30—40-х годах нашего столетия фермеру, чтобы не "утонуть" в море сорняков и не затрачивать огромные усилия на уход, например за сахарной свеклой, оставался только один путь борьбы с сорной растительностью — механическая обработка почвы. Что же касается зерновых, то лишь в замкнутом, густом стеблестое, т. е. на поле с хорошо подготовленным семенным ложем, засеянном семенами лучшего качества и равномерной полевой всхожести, получившем достаточную азотную подкормку, сорная растительность оказывалась стабильно подавленной на достаточно длительное время. В таких условиях использование минеральных азотных удобрений было скорее панацеей, чем способом нанесения ущерба окружающей среде.

Каждый, кто хотя бы однажды имел возможность сравнить заросшее сорняками поле картофеля с изреженной и отмирающей из-за фитофтороза ботвой и практически свободное от сорняков поле картофеля, получившего полную дозу азота и обработанного фунгицидами, конкретно представляет себе значение достаточно высоких, целенаправленно внесенных доз азотных удобрений. Они положительно влияют не только на количество, но и на качество урожая. Правильный выбор участка под картофель, без сомнения, позволяет резко сократить число обработок и гербицидами, и фунгицидами.

Естественно, что в одной главе нельзя рассказать о всех болезнях, вредителях и сорняках каждой культуры, тем более с учетом почвенных и климатических условий. Попытаемся выбрать основные положения и рассмотреть их на конкретных примерах.

Правильная система земледелия даже в наше время обеспечивает 40—100 %-ную защиту посевов. Количество применяемых биоцидов будет увеличиваться или сокращаться в зависимости от вида вредного организма. Здесь всегда стоит наблюдать, размышлять и немного экспериментировать. Выбор подходящего вида культуры и устойчивого сорта для конкретных местных условий, а также целенаправленная обработка почвы, чередование культур, внесение органических и минеральных удобрений позволяют сокращать объемы химических обработок. Нельзя забывать и о том, что в такой густонаселенной стране, как ФРГ, аграрный и лесной ландшафты продолжают нести сложные нагрузки по обеспечению продуктами питания, регенерации воды и воздуха, охране здоровья.

Для конкретной местности, для определенных почвенных и климатических условий характерны свои специфические болезни, вредители, сорняки. Каждое культурное растение и каждый агроприем в определенной мере способствуют увеличению или сокращению численности вредных организмов. Следует не забывать также, что с закупаемым семенным и посадочным материалом мы интродуцируем новых конкурентов сельскохозяйственных культур. Примерами служат завезенные в ФРГ с семенами рапса возбудитель фомоза рапса и с семенами клевера — сорный щавель.

На сухих почвах, в районах с умеренной и теплой зимой чаще появляются сосущие и листогрызущие насекомые, вредные животные. Во влажных местообитаниях большую опасность представляют грибные болезни и сорняки.

Используя определенное чередование культур и незагрязненные полевые орудия, можно сдерживать расселение некоторых почвообитающих вредителей, например нематод, в пределах данного хозяйства. В то же время распространению таких вредителей в агроэкосистемах способствуют владельцы пунктов платного обслуживания сельхозтехники, если при переходе с одного поля на другое они не обеспечивают очистку используемой техники. Размножение летающих насекомых ослабевает лишь в том случае, когда в ландшафте недостает растений-хозяев или промежуточных хозяев. Поэтому внутрихозяйственный севооборот не является способом ограничения численности определенных вредителей, единственное исключение — это полный отказ от возделывания восприимчивой культуры, например замена кукурузы на подсолнечник, сорго, травосмесь с кормовыми бобами и горохом или на люцерну. Для отдельного хозяйства защитный эффект обеспечивается отказом от выращивания кукурузы, рапса или озимого ячменя и переходом на выращивание тех видов, которые реже встречаются в ландшафте.

Глубокая, консервирующая вспашка сильно засоренных полей — это своего рода бомба замедленного действия, которая взорвется при следующем обороте пласта. Выигрыш во времени, необходимый для правильной обработки почвы как способа механического уничтожения сорняков в период между уборкой и посевом двух культур, — вот цель современного севооборота, и мы уже говорили об этом.

Трех-, восьмилетний перерыв в выращивании одного вида культуры приводит к снижению численности сорняков, вредителей, болезней лишь в том случае, если:

- исключен вариант повторения сроков посева, т. е. выращивание только озимых или только яровых зерновых;
- севооборот не включает культуры одного вида, например крестоцветные, маревые и др.;
- монокультура на соседних полях не приводит к формированию мощного инфекционного фона;
- нематоды не разносятся по полям с арендуемой техникой.

Продолжительность перерыва при возделывании самонесовместимых культур, например при 5—8-летнем выращивании клевера лугового или люцерны (табл. 73), зависит от:

- длительности выращивания данного вида культуры, т. е. чем длиннее по годам срок выращивания, тем больше период выжидания;
- интенсивности оборота в течение перерыва, т. е. чем интенсивнее обработка почвы, известкование или удобрение азотом, тем короче перерыв;

— почвенных и климатических условий, т. е. чем теплее и влажнее участок, тем легче почва и короче перерыв.

Т а б л и ц а 73. Длительность перерывов при возделывании культур на одном поле севооборота

Культура	Перерыв, лет	
	без применения биоцидов	с применением биоцидов
Подсолнечник	7—8	4—6
Клевер луговой, люцерна	5—8	—
Сахарная свекла, рапс	5—6	3—4
Горох, кормовые бобы	4—6	3—4
Лен, овес	5—6	3—4

Длительное выращивание клевера лугового имеет свои преимущества и недостатки, которые необходимо сопоставлять. В частности, при длительной культуре сокращаются затраты на семена, но усиливается пораженность болезнями (табл. 74). Следовательно, перед распашкой клеверища необходимо установить наличие выпадов, степень засоренности (с учетом видового состава сорняков) и зараженности болезнями и вредителями, чтобы обработка почвы способствовала ослаблению инфекционной нагрузки.

Опаснейшей проблемой в современном производстве, по моему мнению, является отсутствие упорядоченного, здорового чередования культур в течение длительного времени. Упрощения в системе хозяйства, реорганизация землеустройства, монокультуры, обусловленные экономическими и народнохозяйственными потребностями, часто ставят под вопрос практическую роль севооборотов как фитосанитарного мероприятия. "Пожарный" эффект химических средств защиты растений с постоянно растущими затратами на них, связанная с погодными условиями нестабильность сельскохозяйственного производства, часто недостаточные, а иногда и негативные результаты и высокие затраты на введение сидератов, что бывает обусловлено неверным выбором культуры на зеленое удобрение при отсутствии опыта или неправильно выданной рекомендации, вызывают у фермеров определенную растерянность. Именно эта растерянность может привести к переориентации, которая при более правильном эколого-биологически направленном консультировании дала бы и частноэкономический эффект, и экологическую пользу. Однако на практике при переходе к биологическому ведению хозяйства, требующему анализа предыстории каждого поля и на основе этого анализа — планирования всех изменений, именно таких консультаций слишком часто не хватает.

**Т а б л и ц а 74. Преимущества и недостатки 1–3-летнего возделывания клевера лугового и люцерны**

Культура	Преимущества	Недостатки
Однолетняя	Высокая урожайность, ежегодная пригодность культуры в качестве предшественника	Ежегодные затраты на закупку семян; недостаточное накопление гумуса в почве; слабое подавление сорняков
Двухлетняя	Оптимальное подавление бодяка и других сорняков, небольшие затраты на семена, достаточно высокие урожаи	Перерыв в севообороте 5–6 лет; культура пригодна как предшественник лишь каждый 2-й год
Трехлетняя	Затраты на семена лишь каждый 3-й год, максимальное накопление гумуса	Резкое падение урожайности (выпады, вредители, болезни); перерыв 6–7 лет; подсев трав приводит к развитию болезней зерновых культур; широкое соотношение С:N в корнях; плохая обеспеченность клевера Р и К на 3-й год пользования

Ниже приведены некоторые основополагающие мероприятия, позволяющие проводить механическую и биологическую борьбу с сорняками путем подавления или, наоборот, избыточной оптимизации факторов роста.

<i>Подавление фактора роста</i>	<i>Мероприятие</i>
Свет	Запашка Затенение: выращивание высокорослой культуры (рожь), сильнозатеняющей культуры (клевер, рапс), активизация роста листовой поверхности (удобрение азотом, выбор сорта) и роста в высоту (загущенный посев)
Вода	Косвенный метод – укосы, мотыжение Высушивание (лущение, фрезерование, культивация, мотыжение)
Кислород	Глубокая запашка
<i>Переоптимизация фактора роста</i>	<i>Мероприятие</i>
Температура	Огневая культивация Аэрация бесподстилочного навоза, аэробная подготовка перепревшего навоза, протравливание горячей водой
Минеральные вещества	Внесение молотого каинита, бесподстилочного навоза с высоким содержанием $\text{NH}_3$

При планировании и упрощенного, и сложного севооборота, а также при отказе от использования гербицидов все эти мероприятия должны быть сведены в один список и время от времени правильно применяться.

Кроме того, перед закупкой тех или иных сельскохозяйственных машин, особенно почвообрабатывающих, нужно учитывать возможные проблемы, возникающие при конкретном чередовании культур, очевидные проблемы, возникающие при возделывании этих культур, и целенаправленность каждой культуры (на семена, на корм, на продажу с учетом качественных критериев).

## БОРЬБА С ОБСЕМЕНЯЮЩИМИСЯ СОРНЯКАМИ

1. Возделывание кормовых трав с проведением 3—4 укосов перед цветением сорняков или во время него (исключается обсеменение). Сроки скашивания клевера, злаковых трав или люцерны следует устанавливать не по общему состоянию травостоя, а соответственно фазе развития сорной растительности.

2. Если сорняки обсеменились, не распахать поле до прорастания семян. Выбирать следующую культуру в соответствии с видами, засорявшими предшественник или предпредшественник, и проведенными способами борьбы с сорняками.

3. Для стимуляции прорастания осыпавшихся семян сорняков провести мелкое боронование и подготовить семенное ложе под следующую культуру. Лишь затем уничтожить сорняки, проведя вспашку. Остальные способы обработки почвы направить на подавление сорной растительности (вспашка, боронование, фрезерование, культивация).

4. Ослабить реальную опасность, возникающую при распашке засоренного угодья, проведя культивацию почвы (большой доступ кислорода) и стимулировав таким путем прорастание запаханых семян сорняков, а затем подавив всходы прикапыванием.

5. Для подавления запоздалых всходов сорняков в посеве зерновой культуры создать условия, благоприятствующие формированию густого и высокого стеблестоя культурных растений. У лишенных света сорняков сильно затягиваются фазы цветения и формирования семян, что позволяет провести уборку основной культуры до их обсеменения. Этот вариант приемлем, например, при выращивании ржи и горчицы на семена (обе культуры требуют высоких доз азотных удобрений). В прежние времена такого рода конкурентом сорняков на торфянистых почвах служила конопля.

Однако один лишь густой стеблестой ржи, как правило, не обеспечивает подавления всех сорняков, в том числе корнеотпрысковых типа осота. Эффективная борьба с сорняками возможна только в сочетании с введением двухлетней культуры клевера. Однолетнего клевера для подавления сорняков недостаточно, а на трехлетнем клеверище урожай зеленой массы начинает снижаться, засоренность же опять усиливается (табл. 75). Этого можно отчасти избежать, перенеся на более ранние сроки проведение укосов.

**Т а б л и ц а 75.** Засоренность ржи (г/1,5 м<sup>2</sup>), высеванной после 1–3-летнего возделывания кормосмесей и при разных способах предпосевной обработки почвы

Чередование культур по годам				Кормосмеси (КС)					
				биолого-динамическая смесь*		высокогорная пастбищная смесь		люцерна + эспарцет	
1-й	2-й	3-й	4-й	плуг	фреза	плуг	фреза	плуг	фреза
КС	Пшеница	Овес	Рожь	185	295	50	375	525	615
КС	КС	Овес	Рожь	90	170	5	185	20	165
КС	КС	КС	Рожь	100	405	20	320	80	200

\* Кормосмесь с биолого-динамическим эффектом (клевер + разнотравье).

Чередование нескольких культур с разной их долей в севообороте, разными сроками формирования надземной массы, создающей затенение (рис. 33, 34), и при соответствующих способах обработки почвы, также меняющихся по срокам проведения и интенсивности (плуг, фреза), обеспечивает достаточно стабильное подавление сорняков в посевах.

6. Засоренные посевы зерновых по возможности использовать не на зерно, а на силос. Затем без оборота пласта высеять повторную кормовую культуру (или травосмесь), проведя под нее мелкую вспашку и внеся высокие дозы удобрений. К таким культурам относятся редька масличная, смесь рапса с горохом, смесь гороха, вики и подсолнечника на силос при посеве в июле.

7. Убранные с зеленой массой и попавшие в корм для скота семена сорняков уничтожить путем соответствующей обработки внутрихозяйственных удобрений. В этом случае потребуется интенсивная аэрация (табл. 76).

8. Для борьбы с двудольными сорняками (горчица полевая, редька полевая) и маком-самосейкой использовать внесение бесподстилочного навоза ("выжигание").

9. Против двудольных опушенных сорняков пригоден также молотый каинит, который ослабляет рост сорняков, но не действует на растения зерновых. Однако при этом необходима хорошая обеспеченность почвы азотом, чтобы культурные растения развивались более активно, а ослабленные сорняки позднее полностью погибли из-за сильного затенения.

10. На картах полей следует постоянно отмечать засоренные участки, с тем чтобы в последующие годы между уборкой предшественника и посевом очередной культуры проводить обработку почвы, стимулирующую прорастание законсервированных семян сорняков.

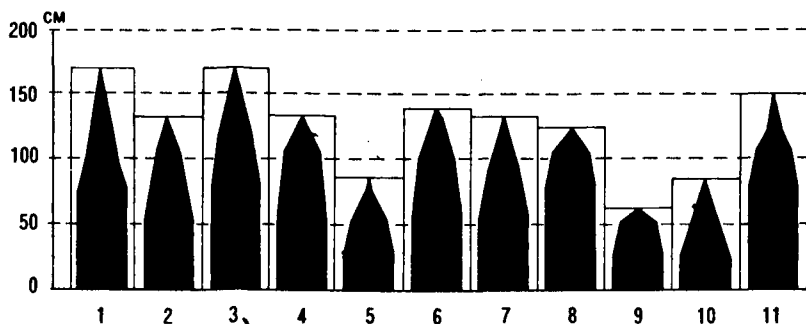


Рис. 33. Конус затенения, создаваемый растениями различных видов. В зависимости от высоты стеблей и интенсивности затенения растения могут подавлять определенные виды сорняков (по Радемахеру).

Т а б л и ц а 76. Потенциальная всхожесть семян сорняков (%) в зависимости от сроков хранения навозной жижи [120]

Сорняк	Система перекачки, дни			Сборник, дни		
	0	10-й	30-й	0	10-й	30-й
Ромашка полевая	82	66	0	90	3	0
Горчица полевая	100	89	63	91	4	0
Редька полевая	99	100	91	98	82	1
Ярутка полевая	97	91	54	96	74	0
Вика волосистая	95	98	97	99	91	97
Горец вьющийся	93	85	83	92	63	34
Подмаренник цепкий	91	37	0	94	0	0
Овсяг	86	81	69	89	13	1
Лисохвост полевой	83	80	72	74	63	0
Василек	81	41	12	69	0	0

11. Биологический эффект направленных изменений севооборотов позволит в традиционном хозяйстве растянуть еще на один год последствие внесенных гербицидов или использовать ранее обработанные гербицидами и свободные от сорняков поля. Таким путем удастся избежать повторного внесения химикатов. Чтобы реализовать последствие гербицида, внесенного на предшественнике, нужно высеять после него культуру того же вида. Очищенные от сорняков поля, почва которых не содержит остатков гербицида, хорошо реагируют на смену культур без повторного внесения гербицида в том случае, когда почву обрабатывают ярусным культиватором, а не плугом или культиватором с долотовидными лапами.



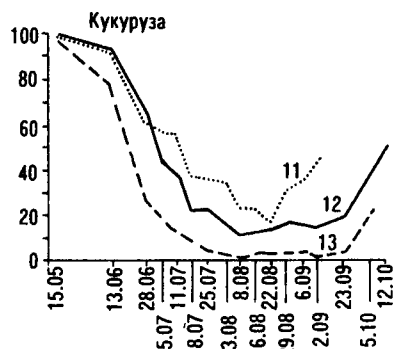
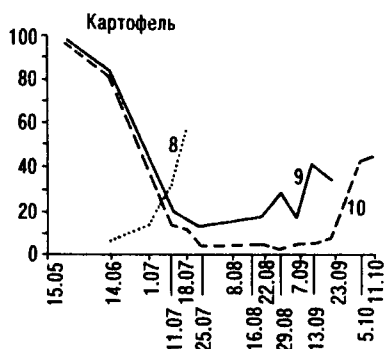
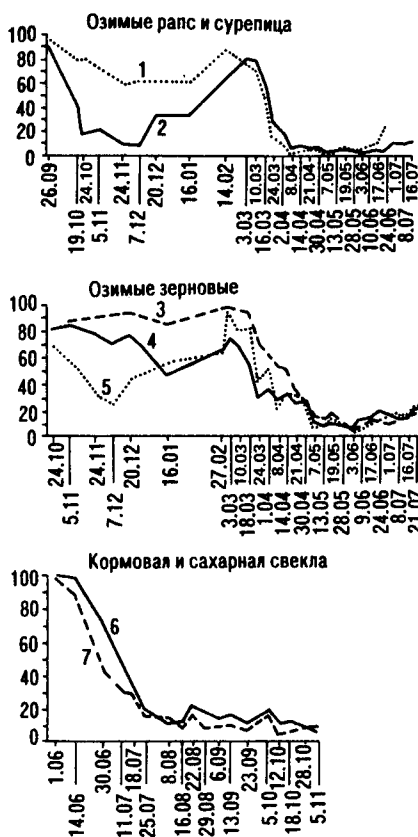


Рис. 34. Интенсивность и длительность затенения, создаваемого разными культурами (по Радемахеру):

1 — озимый рапс Лембкес; 2 — озимая сурепица Лембкес; 3 — озимая пшеница Штандарт; 4 — озимая рожь Петкуская; 5 — озимый ячмень Фридрихсверт Берг; 6 — кормовая свекла Киршес Идеал; 7 — сахарная свекла Кляйиванцлебенер Е; 8 — картофель Холлендишер Эрстлинг; 9 — то же, Эрдольд; 10 — то же, Аккерзеген; 11 — кукуруза Химгауэр (площадь питания 60 x 20 см); 12 — то же, Гельбер бадисер ландмайс (60 x 40 см); 13 — то же Касперсмайерс зилонанмайс (60 x 15 см); 14 — кормовые бобы Вадзакс; 15 — овес Зигес; 16 — травосмесь.

## **БОРЬБА С КОРНЕВИЩНЫМИ СОРНЯКАМИ**

1. Против корневищных сорняков также эффективно многолетнее выращивание клевера. Поскольку вспашка на клеверище не проводится, корневища сорняков разрастаются в поверхностном слое почвы. Подсев райграса на 2-й или 3-й год на фоне интенсивного азотного удобрения приводит к ослаблению этих сорняков.

2. Обработка ротационной мотыгой сопровождается выносом корневищ на поверхность почвы, где они высыхают. В условиях ФРГ такой прием особенно эффективен в жаркие летние месяцы (июль—август), а в условиях тропиков и субтропиков — после сезона дождей. Если находящиеся у поверхности почвы корневища запахать сразу после уборки культуры, они консервируются, гербициды против них неэффективны, и в результате поле постепенно полностью зарастает сорняками. В этом случае поможет только введение пара.

В условиях умеренных широт высыхающие, но не погибающие полностью сорняки нужно измельчить и затем очень тщательно и глубоко запахать плугом с предплужником. На грубокомковатых почвах этот прием часто не удается, на песчаных почвах заделка, как правило, бывает недостаточно глубокой. Поэтому за 1—2 недели до заделки рекомендуется внести бесподстилочный куриный помет, так чтобы он укрыв увядшие корневища.

Сухие и увядшие корневища можно также обработать каинитом или калийной солью (6—8 ц/га) и в зависимости от погодных условий сразу или несколько позднее запахать.

## **БОРЬБА С КОРНЕОТПРЫСКОВЫМИ СОРНЯКАМИ**

При появлении корнеотпрысковых сорняков также следует включить в севооборот двухлетнюю клеверо-злаковую смесь и ежегодно проводить не менее трех укосов. Скашивание травосмеси до начала цветения сорняков (желательно перед выпадением дождя) или внесение бесподстилочного навоза (по всему полю или только в очагах массового размножения осота) обеспечивает полное уничтожение этого сорняка.

В посевах трав на семена с очень густым травостоем и на фоне высоких доз азотных удобрений осот активно подавляется культурными растениями.

## **БОРЬБА С ВРЕДИТЕЛЯМИ**

Как уже говорилось выше, защита растений в условиях полеводства на биологической основе осуществляется на 60—80 % за счет правильного чередования культур и целенаправленной обработки почвы в период между уборкой предшественника и посевом следующей культуры.

Планируя борьбу с вредителями, необходимо учитывать и почвообитающие виды, и виды, мигрирующие из других местообитаний. К первым относятся, например, нематоды, ко вторым — вредители с ограниченным радиусом активности (мигрирующие с соседних полей листогрызущие жуки или слизни) и вредители с более широким радиусом активности, например саранчовые, хрущи, белянки, т. е. все летающие виды, в том числе тли как переносчики вирусных болезней.

Против почвообитающих вредителей эффективны правильное чередование культур и целенаправленное внесение органических удобрений. Вредоносность видов с ограниченным радиусом активности можно сдерживать в каких-то пределах с помощью обязательного соблюдения севооборотов в масштабах сельскохозяйственной общины. Наконец, борьба с вредителями, имеющими большой радиус активности и способными к расселению на большие расстояния, включает специальное планирование ландшафта (для создания биологического равновесия), использование полевых феромонов или уничтожение вредителей еще в начальных фазах развития. При вспышках массового размножения вредителей неизбежным оказывается применение ядохимикатов, поскольку достигшая мировых масштабов продовольственная проблема не допускает возможности возникновения голодных катастроф.

Планирование ландшафта, как правило, проводится для охраны находящихся под угрозой исчезновения видов животных, а не для проведения биологической борьбы с вредителями. Поэтому актуальность приобретают другие методы борьбы, при осуществлении которых необходимо учитывать биологию каждого вредителя. И руководитель хозяйства, переведенного на биологическую основу, и консультативные службы, и службы прогнозов должны строить свою работу на основе обширных знаний в области биологии вредителей. Однако предпосылкой является также подбор культур, соответствующих конкретным условиям местности.

На юго-востоке Европы стеблевой мотылек не имеет большого значения. При сухой и жаркой погоде и при посеве сортов кукурузы главным образом с прямостоячими листьями (меньшая потеря воды растением) яйца этого вредителя быстро высыхают, а личинки часто погибают при передвижении от места вылупления к стеблю. В условиях ФРГ, однако, более высокая влажность воздуха и сортимент кукурузы (преобладание сортов с раскидистыми листьями, что обеспечивает затенение и яйцекладок, и личинок) — это факторы, благоприятствующие массовому размножению стеблевого мотылька.

Использование для борьбы со стеблевым мотыльком специфических хищников, например трихограммы, позволяет отказаться от инсектицидов, но одновременно встает проблема создания станций (частных или государственных) по разведению этого энтомофага.

Возможности решения проблем борьбы со стеблевым мотыльком

без интенсивного применения пестицидов заключаются в следующем:

- селекция устойчивых сортов кукурузы;
- разведение энтомофагов, предупреждающих появление или сдерживающих активность мотылька;
- выращивание кукурузы в местностях, где погодные условия неблагоприятны для вредителя или особенно благоприятны для полезных насекомых;
- форма использования культуры, сопровождающаяся гибелью личинок стеблевого мотылька (выращивание кукурузы не на зерно, а на силос);
- проведение агроприемов, приводящих к глубокому закапыванию куколок вредителя (глубокая вспашка).

В таблице 77 приведена сводка, которая может служить моделью специальных контрольно-учетных листов для определенных вредителей. Она показывает, во-первых, меры борьбы с каждой группой вредителей (причем определенные 2—3 способа борьбы должны быть направлены против какого-то одного вида) и, во-вторых, против какой стадии развития насекомого, например листоеда или семяеда, должна быть направлена борьба — против взрослых особей, личинок, куколок или яиц.

Однако в первую очередь нужно установить, действительно ли необходима направленная прямая борьба или же вредоносность насекомого достаточно невелика и компенсируется за счет природного баланса в ландшафте. Первостепенная роль отводится при этом службе прогнозов. Не менее важны наблюдения, проводимые самим фермером, однако они требуют знаний о ходе развития популяций всех возможных вредителей на посевах данного хозяйства, а для этого нужна интенсивная подготовка или консультации. Не излишня при этом и государственная или межрегиональная служба прогнозов, так как степень вредоносности насекомых или других вредителей зависит от общих размеров площадей под той или иной культурой в данном регионе, а не только от ее доли в севообороте одного хозяйства, т. е. необходимы межрегиональные наблюдения.

Распространение на рапсе фомоза (возб. *Phoma lingam*) определяется характером чередования культур в севообороте и чистотой семенного материала. Что же касается вредителей рапса (семеед, рапсовый комарик, капустная корневая муха, а также долгоносик), то их появление тесно взаимосвязано с числом полей данной культуры в сельскохозяйственной общине или площадью, занятой рапсом в данном хозяйстве.

Повышение температуры и влажность приводят к спонтанному выплыванию из цист личинок овсяной нематоды. В этом случае для борьбы с нематодой целесообразны физическая обработка почвы и соблюдение перерывов в возделывании овса, а также сохранение в поле самосева овса не более чем на два месяца с последующим полным его уничтожением.

Т а б л и ц а 77. Альтернативные меры борьбы с вредителями для проведения в отдельных хозяйствах

Меры борьбы	Мухи, комарики, чешуекрылые <sup>1</sup>				Жуки <sup>1</sup>				Нематоды	Тли (векторы)	Слизни
	И	Л, Г	К	Я	И	Л	К	Я			
Выращивание устойчивых сортов		?				*			*	?	?
Служба прогнозов	*				*				*	*	*
Выращивание культур в климатических условиях, неблагоприятных для вредителя	*	*			*	*				*	*
Феромонные ловушки	*				*						
Нарушение режима питания вредителя за счет уничтожения растений-хозяев (сидераты)		*		*		*		*	*		
Глубокая запашка		* <sup>2</sup>	* <sup>3</sup>	*		*	*		*		
Рядковый посев ловчих культур	*				*					*	* <sup>4</sup>
Сплошной посев ловчих культур		*			*	*			*		*
Опыливание древесной золой, доломитовой мукой									*		
Севооборот (перерывы в возделывании, включение ловчих культур)											
Выращивание отпугивающих растений, опрыскивание растительными вытяжками или навозной жижей	*	*			*	*				*	* <sup>5</sup>
Активация природных врагов (птиц, хищных ос)	*	*			*	*				*	*
Внесение органических удобрений и активация разложения гумуса (интенсивная обработка почвы, фреза, культиватор)			*	*		*		*	*		*
Обработка молотым каинитом, жженой известью		*		* <sup>6</sup>		*	*		?		*

<sup>1</sup> И – имаго; Л, Г – личинки, гусеницы; К – куколки; Я – яйца.<sup>2</sup> Стеблевой мотылек.<sup>3</sup> Озимая муха.<sup>4</sup> В качестве промежуточной культуры горчица вместо рапса.<sup>5</sup> См. [71].<sup>6</sup> Яйца озимой мухи или слизней.

Таблица 78. Вредоносность фитопатогенных нематод для различных культур {по 31}

Реакция культуры на заражение	Растения и виды нематод					
	стеблевая нематода <i>Ditylenchus dipsaci</i>	злаковые нематоды <i>Heterodera</i> spp.	корневая галлообразующая нематода <i>Meloidogone hapla</i>	корневая нематода <i>Pratylenchus penetrans</i>	картофельная цистообразующая нематода <i>Heterodera rostochiensis</i>	свекловичная нематода <i>Heterodera schachtli</i>
Растение-хозяин (сильное поражение)	Рожь, овес, клевер гибридный Клевер луговой (при появлении клеверной расы <i>D. dipsaci</i> не выращивать 8–10 лет)  Свекла (свекловичная раса <i>D. dipsaci</i> поражает и клевер гибридный) Люцерновая раса Луковичная раса (поражает также горох и кустовую фасоль)	Овес, пшеница, ячмень	Свекла, картофель, клевер, горох, морковь, салат	Бобовые, злаковые, картофель, розовые, нарциссы	Картофель (неустойчивые сорта), томаты	См. табл. 79
Слабое поражение	Морковь, посадки сахарной свеклы, пшеница, люцерна, люпин, сераделла, клевер белый и инкарнатный, люцерна хмелевидная	Рожь	?	?	?	
Не поражается	Клевер гибридный (см. выше), люцерны рогатый, эспарцет, люцерна (см. выше), люцерна хмелевидная	Кукуруза	Злаковые (колосовые), кукуруза —	?	Свекла, клеверо-злаковые смеси, овсяница овечья, овес, гречиха	
Ловчая культура	—	—	?	Виды мари, свекла, виды <i>Tagetes</i>	?	См. табл. 79

Нематициды, применяемые вместо мер биологической борьбы или термического обеззараживания (пропаривание) почвы, относятся главным образом к группе высокотоксичных соединений. Деккер [31], рассматривая вредоносность фитопатогенных нематод (табл. 78) и возможности биологической борьбы с ними (табл. 79), приводит целый ряд мер предосторожности при обращении с нематицидами. Этим автор подчеркивает опасность для человека и окружающей среды, создающуюся при внесении нематицидов неопытными работниками или при слишком поспешном их применении.

Т а б л и ц а 79. Возможности биологической борьбы с нематодами [31]

Корневые нематоды (эктопаразиты)	Ловчие растения
<i>Pratylenchus penetrans</i>	<i>Tagetes erecta</i> , <i>T. minuta</i> , <i>T. patula</i> (возделывание 3–4 мес)
<i>Trichodorus christie</i> (поражает также томаты)	Спаржа и вытяжки из спаржи
<i>Radopholus similis</i> (поражает также кукурузу)	Брюква
<i>Meloidogyne</i> spp.	Виды <i>Tagetes</i> (не всегда)
<i>Heterodera rostochiensis</i>	?
<i>H. schachtii</i>	Фиалка ночная

## МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ ПРИ ВНЕСЕНИИ ТОКСИЧНЫХ ИНСЕКТИЦИДОВ

1. Обязательно соблюдать предписания к применению (защитные маски, очки, комбинезоны, резиновые перчатки).

2. Во время работы нельзя принимать пищу, пить или курить.

3. Тщательно очищать спецодежду и те части тела, на которые попал химикат.

4. Глубоко закопать использованные пустые емкости и остатки препаратов (?!).

5. Хранить препараты под замком.

6. Не продувать ртом засорившиеся наконечники опрыскивателей.

Дусты препаратов, проникая в трахеи насекомых, могут вызывать их обездвиживание или гибель. В этом плане особенно эффективными считаются кристаллические формы дустов из водорослей. Исследования о их влиянии на человека пока не проведены, исключением является известный пневмокониоз.

В садоводстве находят применение растительные экстракты, навозная жижа и т. д. Однако эта область фитофармакологии, по моему мнению, еще также недостаточно изучена. Проблематика применения растительных вытяжек возникает на разных уровнях.

1. Не каждый представитель какого-то вида растений содержит вещества с инсектицидными свойствами.

2. Концентрация действующих веществ меняется более чем на 500 % в зависимости от местности, погодных условий, возраста растения, используемых частей растений.

3. Активное соединение часто связывается гликозидами (сахара + действующее вещество), и фермент должен в первую очередь отщепить сахар от так называемого агликона (кумарин, синильная кислота, соланин и т. д.).

4. Быстрое высыхание убранных растений приводит к ингибированию расщепления и в результате к снижению активности вытяжки.

5. Загнивание может привести к распаду агликона, а иногда к его высвобождению.

6. В зависимости от вида растения гликозид достигает максимальной концентрации в цветках, листьях, плодах, семенах или корнях, но из-за коммерческих соображений растения часто продаются целиком, и в результате суммарная концентрация действующего вещества снижается.

7. Дозировать действующее вещество при самостоятельном приготовлении рабочей жидкости (вытяжки) очень трудно, а иногда невозможно. Дозы могут оказаться или завышенными, или слишком низкими.

8. Распад действующих веществ происходит сравнительно быстро, поэтому иногда требуется увеличить число обработок, что может отразиться на вкусовых качествах получаемой продукции.

9. Растительные экстракты содержат, помимо прочего, минеральные вещества. При очень высокой концентрации азота, например в сбраживаемой крапиве, нужно принимать во внимание его действие, иногда приводящее к усилению восприимчивости растений к заболеваниям.

10. Для борьбы с некоторыми видами растений применяют сильноразбавленные суспензии из озоленных семян, растений и цветков некоторых сорняков. Однако эффективность этого способа не всегда считается стабильной. Кроме того, для получения золы необходимо большое количество зеленой массы.

## БИОЛОГИЧЕСКАЯ БОРЬБА С БОЛЕЗНЯМИ

К сожалению, в биологическом земледелии, как и в традиционном, неразумно проводятся приемы, скорее усиливающие, чем подавляющие развитие болезней. Например, размножение семян в своем хозяйстве, преследующее цель ускорить адаптацию вида или сорта к специфическим почвенным и климатическим условиям, приводит к тому, что в некоторых органо-биологических хозяйствах посевы пшеницы бывают поражены пыльной головней на 5—10 %, а в одном из биоло-



го-динамических хозяйств развитие карликовой головки на озимой пшенице достигало 10—30 %.

Современные генетически гомогенные селекционные сорта уже не могут адаптироваться к данной местности за счет естественного отбора более приспособленных типов растений. Это было типично для старых негомогенных местных сортов, теперь же встречается у видов клевера и люцерны, а иногда у ржи. Из современного сортимента пшеницы, овса или ячменя фермер может выбрать только подходящий или неподходящий для конкретных условий селекционный сорт, т. е. адаптация, о которой писал Рудольф Штайнер применительно к местным сортам, не происходит. Так почему все-таки во многих (не во всех!) биологических хозяйствах с резко различающимися почвенными и климатическими условиями часто выращивают одни и те же высокоурожайные сорта, а не старые сорта, которые иногда имеют меньший потенциал продуктивности, но зато большую устойчивость к болезням?

В прежние времена против большинства почвообитающих патогенов, например возбудителей выпревания зерновых, рака клевера, черной ножки сахарной свеклы, применяли такие способы борьбы, как посев здоровых семян, правильное чередование культур в сочетании с зеленым удобрением и внесением внутрихозяйственных удобрений, целенаправленная обработка почвы. Наряду с выбором устойчивых сортов или толерантных видов (овес вместо восприимчивого к мучнистой росе ярового ячменя) все вышеуказанные агроприемы не теряют своего значения и в наши дни, тем более если нужно сэкономить средства или сократить число обработок пестицидами.

Как уже неоднократно отмечалось, применение тяжелых сельскохозяйственных орудий и глубокая — на 25—35 см — пахота привели к консервации в почве многих возбудителей болезней. Такая обработка почвы требует изменения в чередовании культур или применения иных агроприемов, иначе потребуются более мощная химическая борьба или же трансформация азота в урожай резко сократится. Однако биологическая активность в слое почвы до 10 см заметно усиливается на фоне высоких доз азота и рН, а также при известковании. Следовательно, фитосанитарный эффект севооборота взаимосвязан с изменением способа обработки почвы (неглубокая, без оборота пласта) после зараженных предшественников, например пшеницы, ячменя, и под культуры, активизирующие трансформацию, например кукурузу, сахарную свеклу, при параллельном внесении органических удобрений с узким соотношением C:N и выравнивающего азотного минерального удобрения с широким соотношением C:N.

Строгий учет всех биологических последствий наряду с химическими и физическими, знание их влияния на культуры севооборота и сохранения активности после определенного способа обработки почвы — это составные части уже рассмотренных эколого-биологических анализов предприятий, которые нужно проводить параллельно производственно-экономическим расчетам или перед их осуществлением.

---

## 18. ЗНАЧЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ИЛИ БИОЛОГИЧЕСКИХ АГРОПРИЕМОМ ДЛЯ РАЗВИТЫХ СТРАН И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН ТРОПИКОВ И СУБТРОПИКОВ

---

Можно сказать, что масштабы природных богатств постоянно сокращаются, а их качество ухудшается. Еще 30 лет назад к природным богатствам причисляли свет, воздух и воду, поскольку они были в нашем распоряжении неограниченно и почти бесплатно. Однако все, что можно получить бесплатно, как известно, не имеет цены, ценность возрастает лишь с появлением дефицита. В аграрных странах с преобладающим сельским населением, с колодцами при каждом доме или в каждом поселке вода почти или совсем ничего не стоила. Проблема возникла тогда, когда качество воды в общинных колодцах стало стабильно ухудшаться, а потребности постоянно растущего населения уже не могли быть удовлетворены за счет грунтовых вод. Чтобы ликвидировать эту проблему, на юге ФРГ, например, был построен водопровод с забором воды из Боденского озера. Опасность гибели озера вызвала необходимость в строительстве обводной канализационной системы вокруг него. Постепенно объем сточных вод возрос, качество воды стало еще хуже, потребовались новые водоочистные сооружения с различными ступенями очистки. В результате цены на воду возросли.

В условиях развивающихся стран прирост населения в каком-то селении, обусловленный лучшей обеспеченностью продуктами питания или более квалифицированным медицинским обслуживанием, рассматривается как шаг вперед. Однако именно на этой стадии нужно одновременно поднимать вопрос об обеспечении населения водой и о ликвидации сточных вод, что наряду с другими вопросами охраны окружающей среды имеет очень большое значение, особенно в тех регионах, где такие проблемы существуют давно.

В ФРГ и других странах Европы загрязненность рек, почв и морских побережий уже достигла своего предела. С точки зрения медиков содержание нитратов в грунтовых водах находится на предельно допустимом уровне. В результате компетентные государственные учреждения по охране среды стали дружно выступать против появления в печати рекомендаций по применению удобрений. В то же время на севере страны фермеры приветствуют расширение площадей под кукурузой, рассматривая ее выращивание как перспективную альтернативу кормопроизводству на многолетних лугах и пастбищах. Причина заклю-

чается в том, что благодаря кукурузе они, наконец, получают возможность избавиться от запасов внутрихозяйственных удобрений. При этом совершенно не принимается во внимание, что загрязненность северных почв нитратами и фосфатами достигла опасных размеров. В районе Линца (Австрия), где кукурузу выращивают уже давно, показатели  $N_{мин}$  в летние месяцы достигают 300–600 кг/га почвы. И все равно фермеры чаще всего продолжают удобрять поля бесподстилочным навозом и минеральным азотом. Этим не обеспечиваются прибавки урожая кукурузы в хозяйствах интенсивного животноводческого направления, а отсутствие прибавки говорит о переудобрении поля.

В странах, где агропромышленное производство было форсировано с учетом его значения на перспективу, по данным анализов на остатки гербицидов выделены почвы, которые в течение 2, 3, 5 или 10 лет нельзя будет обрабатывать никакими препаратами, поскольку загрязненность почв представляет настоящую опасность для определенных культур. Можно себе представить качество грунтовых вод на таких площадях!

Интенсивность производства продуктов питания, сосредоточенного на постоянно сокращающихся площадях, которые загружаются увеличивающимися в объеме и становящимися все более токсичными отходами, должна, собственно, постоянно возрастать (в пересчете на 1 га) при одновременно улучшающемся качестве воды и продуктов. Существует ли для решения этой проблемы альтернатива такому пути, как сокращение плотности населения и потребления продуктов? Не придется ли нам создавать свою "здоровую среду" в палисадниках и на подоконниках квартир, потому что все остальные площади должны быть отданы производству?

Биологические меры могут способствовать защите окружающей среды за счет более активной трансформации в урожай опасных для среды остатков (азот) и сокращенного применения ядохимикатов или полного отказа от них. В результате уменьшится опасность появления у фермеров новых "профессиональных" заболеваний и аллергий, связанных с побочным действием биологически еще активных, но химико-аналитически уже не определяемых остатков пестицидов. Может быть, нужно считать вариантом самозащиты природы от перенаселения тот факт, что численность человечества как ее продукта сокращается под влиянием открытий, сделанных самим человеком? Может быть, не будут появляться на свет те, кто изначально не приспособлен к перегрузкам среды шумами, стрессами, остатками ядохимикатов, т. е. те, кто не обладает генетически обусловленной адаптацией? В своем блестящем выступлении в Хознхайме (1981 г.) Лёффлер задал совершенно логичный вопрос: "Знаем ли мы вообще, что нам уготовила природа? Возможно, она вообще уже списала со счетов человечество как расу?"

Тем, кто возвращается из регионов бывшей высокоразвитой культуры — из стран Африки или Ближнего Востока — в ФРГ, пока все еще

кажется, что они вернулись в "рай". Но если принять во внимание состояние этих ареалов, то на передний план выступает вопрос: неужели и мы дойдем до этого? Неужели и у нас, как во многих странах Средиземноморского бассейна, леса не будет видно даже на горизонте? Конечно, это произойдет не так скоро, потому что в нашем прохладном и влажном климате леса все равно будут расти, даже под кислотными дождями. Так какой должна быть эффективная и целенаправленная помощь науки — в расчете на ближайшее время или на далекое будущее?

Можно считать одинаково безответственным и перенасыщение почвы питательными веществами (например, при массовом содержании скота) или биоцидами (при монокультуре кукурузы), и поощрение фермеров к удобрению полей для биологических целей только доломитовой мукой, что неизбежно приведет к ухудшению питательного режима почвы. Здесь необходима разъяснительная работа.

Каждому фермеру нужно предоставить возможность синтеза современных и традиционных способов хозяйствования. Параллельно стоило бы задуматься и над другими, более важными взаимосвязями. Предоставим же биологическому мышлению такое же обширное поле деятельности, как техническому и химическому, и взвесим все "за" и "против". Тогда в любом случае мы не столкнемся с неожиданностями.

## **БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕРЫ В ЗЕМЛЕДЕЛИИ РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАН ТРОПИКОВ И СУБТРОПИКОВ**

В бывших колониальных странах с почвами, бедными гумусом и, следовательно, азотом, в засушливых регионах со значительным дефицитом воды и полеводством, зависящим от сезонов дождей, шансы на выживание имеют практически только растения бобовых с быстро развивающейся и глубоко уходящей в почву корневой системой. В экспериментах, проведенных в Хоэнхайме (ФРГ), растения одной зернобобовой культуры за два месяца вегетации образовали корни длиной до 2 м при высоте стеблей не более 15 см. Этим доказывается и блестящая приспособляемость таких растений к сухим почвам, и возможность их использования для рыхления подпахотного горизонта переуплотненных почв после монокультуры сахарной свеклы, зерновых или кукурузы даже в условиях ФРГ. Однако в настоящее время в странах Африки и Ближнего Востока выращивание таких культур вытесняется современными методами обработки почв и внесением гарантированно действующих гербицидов. В этом случае подготовка почвы к посеву сводится к распахке, а для повышения урожаев пшеницы вносятся мочевины. В результате, во-первых, качество семенного ложа оказывается настолько низким (крупные комки), что семена проваливаются на глубину от 5 до 20 см. Во-вторых, густота стеблестоя чаще всего не

превышает 50 растений на 1 м<sup>2</sup>, а урожай зерна даже при внесении 100–150 кг азота едва достигают 10–15 ц/га. Более правильный выбор технико-биологического способа обработки почвы с условием выращивания одной из бобовых культур обеспечил бы вдвое более высокие урожаи на фоне лишь половинной дозы тех же минеральных удобрений.

В засушливых районах для сбережения почвенной влаги часто используется одно-двухлетний пар, причем определенную роль наверняка играет традиционная система пар–заливка. Однако разрастание сорняков и капиллярный подъем воды в необработанных почвах на фоне небольшого количества осадков не предотвращают усиленного испарения воды, и накопление влаги в почве остается незначительным.

Введение пара, с моей точки зрения, может играть иную роль. Одно-двухлетний покой почвы сопровождается поступлением с осадками 20–40 кг N/га, а этого количества достаточно для получения каждый третий год хотя бы 8–10 ц зерна без внесения высоких доз минерального азота. При ежегодном выращивании зерновых азот осадков в почве не накапливается, и в результате фермер часто собирает столько же зерна, сколько посеял. Даже в засушливых регионах посев бобовых с глубокозалегающей корневой системой, их запашка и зеленое удобрение еще до расходования последних запасов влаги в почве и уборка на сено создали бы настолько благоприятную ситуацию для животноводства и общей продуктивности посевов, что не только отпала бы проблема импорта продуктов питания, но можно было бы подумать об их экспорте.

Внесение фосфора под бобовые культуры было бы предпосылкой получения соответствующих урожаев, связывания атмосферного азота и в дальнейшем — возрастания урожайности зерновых. В Центральной Африке существуют огромные резервы залежных земель. Их экологически правильное использование вместо хищнической эксплуатации с помощью современной техники и всех вспомогательных средств стимуляции продуктивности растений было бы гораздо более существенным вкладом в дело решения проблемы голода и выравненного распределения доходов, чем все "зеленые революции" или акции технико-химической помощи развивающимся странам. Конечно, от такой помощи не нужно отказываться полностью, но это не ключ к решению экономических проблем стран третьего мира. В противном случае, что даст, например, выведение сортов с потенциалом продуктивности до 100 ц/га, если потенциал местных сортов не реализуется даже на 20–30 %?

Животноводству доминирующая роль отводится и в засушливых регионах, и во влажном и прохладном климате, поскольку и там, и здесь для созревания зерна в равной мере опасны недостаток воды или тепла. Следовательно, в этом случае составление энергетических балансов является абсурдным. Использование энергии роста растений в слишком засушливых местностях, где формирование зерна не завер-

шается, или в слишком влажных местностях, где зерно не вызревает, должно проходить "через желудок животных". Запасы кормов и отвечающее условиям местности поголовье скота в пересчете на единицу площади так же помогут пережить засушливые годы, как использование избыточного количества осадков за счет более активного роста растений, связывающих азот, — во влажные годы. В условиях Хознхай-ма способность люцерны из Саудовской Аравии связывать атмосферный азот выражалась показателем  $\sim 600$  кг N/га, у местных сортов — менее 450 кг N/га, что доказывает огромный потенциал продуктивности бобовых, происходящих из засушливых регионов. Разве сельское хозяйство ФРГ не получало помощь от развитых стран в виде поставок семян персидского или александрийского клевера? Это дало возможность странам-экспортерам увеличить масштабы внешней торговли за счет расширения семенных посевов клевера тех видов, возделывание которых на семена в Центральной Европе почти невозможно или слишком нестабильно. Вообще следует отметить, что экспорт продуктов питания в форме семенного материала значительно уступает экспорту кормового зерна, сои и рапса.

Почему в развивающихся странах на полях хлопчатника или низкоурожайных зерновых местные виды с глубокозалегающей корневой системой вытесняются видами с мелкими корнями, но с повышенной потребностью в воде и минеральных веществах, которые они поглощают из верхних горизонтов почвы? Ведь в засушливых районах это иногда приводит к сильному засолению почв, вредоносному для растений. Почему монокультуру пшеницы и хлопчатника чередуют с выращиванием арахиса, уборка которого на уплотненной почве возможна лишь на 50—70 %? Остающиеся в еще влажной почве бобы арахиса с течением времени становятся настолько мощными резервуарами плесневых грибов и, следовательно, афлатоксина, что при этом для местных жителей может создаться опасность развития раковых заболеваний. Не происходит ли самоотравление местных жителей, выращивающих арахис с расчетом на экспорт, для которого нужно зерно лишь наивысшего качества? Не является ли ошибочная ориентация сельского хозяйства одинаково вредоносной с медицинской точки зрения в странах и с низкой, и со слишком высокой плотностью населения? Не приводит ли открытие новых рынков сбыта технико-химической продукции к кратковременному благосостоянию в развитых и даже в развивающихся странах, но в то же время к постепенному руинированию и тех, и других?

Мы предпринимаем все усилия для того, чтобы ускорить рост, но в каком направлении? Новые идеи важнее приносящих доход технических новшеств, хотя техника так же способствует прогрессу, как мышление в эколого-биологическом аспекте с его планированием на много лет вперед.

Если рассматривать экологические результаты технико-экономических проектов развития, базирующихся не на предварительных вы-

сококвалифицированных экологических оценках специалистов, а только на экономических (каких?) расчетах, то становится ясным следующее: для решения современных проблем необходимо уметь размышлять и использовать советы только опытных консультантов, но отнюдь не идеологов от политики, специалистов по компьютеризации или стратегов торговли.

Однажды мы уже "засыпали" нашу Землю ядом (ДДТ). Подобные ядохимикаты до сих пор еще используются для уничтожения живых организмов, причем в большей степени в развивающихся странах, чем в развитых, и чаще неграмотными фермерами, чем опытными специалистами. А когда в Боденское озеро падают мертвые птицы или тысячи буйволов погибают в Африке из-за загрязнения водоемов нитридами, мы называем это несчастьем.

Нехватка финансов и рабочих рук заставляет переходить в развивающихся странах к экологически более обоснованному и опосредованному производству продуктов и для собственного потребления, и на экспорт, а также к агротехнике, исключая применение только или предпочтительно наисовременнейшей техники.

Необходимо возделывать бобовые культуры на корм и на зерно в соответствии с конкретными местными условиями, ставя перед собой следующие цели:

- связывание азота;
- биологическая обработка почвы;
- производство кормов;
- облесение земель заново;
- улучшенная трансформация питательных веществ удобрений в урожай;
- борьба с эрозией почвы.

Необходимо обучать фермеров:

- интегрированной системе удобрения;
- системам севооборотов;
- системам защиты растений;
- системам обработки почв.

Экономическая и экологическая ситуации, кризис окружающей среды в развитых странах с постоянным ростом цен, слабой трансформацией удобрений в урожай и связанным с этим загрязнением грунтовых вод нитратами, а воды, воздуха и продуктов питания — биоцидами заставляют нас перейти к биологизации сельского хозяйства и систем сельскохозяйственного производства. Поэтому в развитых и в развивающихся странах необходимо следующее.

1. Доказать значение всех мер по поддержанию физического, химического и биологического здоровья почвы.

2. Обеспечить хозяйства более квалифицированными эколого-биологическими консультациями.

3. Пробудить у фермеров желание наблюдать, размышлять и экспериментировать.

4. Научить фермеров составлять балансы как всего хозяйства, так и трансформации удобрений.

5. Искоренить у фермеров страх перед потерей нескольких центнеров урожая, чтобы таким образом сократить применение методов, опасных для окружающей среды.

6. Ближе ознакомить фермеров со значением персональной ответственности каждого за многофункциональную активность аграрных ландшафтов.

7. И, наконец, вернуть фермерам радость ответственного, самостоятельного труда, а не превращать их просто в послушных исполнителей готовых рецептов.



### I. ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВА

1. Анализ начинается с вопроса о том, какой вид и сорт культуры наиболее пригоден для данной местности. Условия местности складываются из следующих факторов:

- климат и длина дня (географическая широта → растения длинного и короткого дня);
- интенсивность освещения (высота над уровнем моря и облачность → рост в длину);
- качество освещенности (высота над уровнем моря, облачность, загрязненность атмосферы → УФ-лучи → укорачивание стеблей);
- температура в ночные и дневные часы (оптимум для различных видов растений);
- температуры воздуха и почвы (диссимиляция → биологическая активность);
- опасность ранних или поздних заморозков;
- экстремальные температуры лета и зимы;
- количество и распределение осадков (потенциал урожайности и коэффициент транспирации);
- испарение влаги почвой и растением;
- водопоглощающая способность почвы (супесь, суглинок, глина → глубина проникания корней);
- накопление, фиксация и доступность питательных веществ (супесь, суглинок, глина → гумус);
- воздушный режим почвы с учетом процентного соотношения пор по объему, ходов дождевых червей, корневых каналов.

Температура и влажность воздуха и почвы влияют на развитие не только растений, но болезней и вредителей, т. е. на общий инфекционный фон.

Во влажных и прохладных районах и в северных регионах выращивание культур, склонных к засорению сорняками или восприимчивых к грибным болезням, и вообще слишком интенсивное их возделывание в севообороте или в ландшафте с уверенностью приведут к возникновению многих проблем. Это в первую очередь относится к пшенице, ячменю и картофелю. Для подобных климатических условий непригодны также склонные к прорастанию на корню виды и сорта зерновых. В теплых и сухих районах значительно большую опас-

ность представляют вредители, в частности для рапса, свеклы и моркови.

Если для формирования урожая сухой массы люцерны в размере 150 ц/га требуется 900 мм воды (люцерна расходует в среднем 600 л воды на каждый килограмм), то для получения 150 ц/га сухой массы кукурузного силоса (расход воды 300 л/кг) нужно всего 450 мм. Корни кукурузы развиваются на глубину 80—100 см, в то время как корни люцерны в благоприятных для нее условиях — на глубину 2—4 м. Следовательно, она может поглощать из почвы значительно больше влаги.

2. Следующий этап анализа — составление баланса трансформации азота. Слабая трансформация азота в урожай, как уже отмечалось, означает нездоровый севооборот, что может быть обусловлено почвенными условиями (физические, химические, биологические причины) или климатом (болезни, вредители, сорняки).

Причинами нарушений такого рода могут быть, например:

- неправильный выбор вида и сорта для данной местности;
- ошибки при составлении схемы севооборота для данной местности;
- неправильный выбор способа обработки почвы применительно к данному севообороту и (или)
- неправильный выбор удобрений под отдельные культуры;
- наличие в почве слишком большого количества остатков гербицидов от предшественника.

3. Проведение анализа предыстории хозяйства в целом и каждого поля, что предоставляет очень большие возможности. Анализ включает:

- баланс питательных веществ в хозяйстве, позволяющий определить дефицит или излишки N, P, K, S, Ca и Mg;

- анализ севооборотов и способов обработки полей за последние 5—10 лет, данные которых уже "на бумаге" покажут специалисту биологические и физические проблемы каждого поля. Каждый фермер, обладающий хорошей наблюдательностью, должен знать эти проблемы заранее.

4. После осмотра угодий, при котором проводится перепроверка проблем, обнаруженных при анализе предыстории полей, и учитывается специфическое расположение отдельных полей, можно разработать план санации для традиционного хозяйства и план перестройки для хозяйства, избравшего биологическое направление.

5. План санации в традиционном хозяйстве включает, как правило, переход на новый тип севооборота (при наличии каких-то проблем) с учетом целенаправленного введения промежуточных культур для более активной трансформации питательных веществ в урожай, экономии минеральных удобрений и пестицидов, а иногда и лучшего использования внутрихозяйственных удобрений. Кроме того, цель санации заключается в устранении ошибок в структуре хозяйства.

План перестройки, перехода на биологическое направление осно-

выдается на концепции севооборотов, число которых в хозяйстве колеблется от одного до трех в соответствии с различиями в типах почв. Основа планирования севооборотов — баланс азота небобовых и бобовых культур, подавление сорняков, болезней и вредителей за счет выращивания бобовых культур и соответствующей обработки почв и стабилизация питательного режима почвы. В хозяйстве с содержанием скота разрабатывается также план обеспечения кормов.

6. Предварительные планы обсуждаются с руководителем хозяйства, при этом более подробно рассматриваются такие вопросы, как выбор сортов, наличие машин для обработки почвы и других орудий, учитываются особые склонности и опыт каждого фермера.

## II. БАЛАНСЫ ПИТАТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ В ЧЕТЫРЕХ ХОЗЯЙСТВАХ НА ЮГЕ ФРГ С СОДЕРЖАНИЕМ ОТ 0 ДО 10 ГОЛОВ СКОТА/ГА

В качестве примера ниже приведены суммарные и отдельные балансы по четырем хозяйствам, где число голов КРС/га составляет: 0 — в хозяйстве I, 1 — в хозяйстве II, 2,5 — в хозяйстве III и 10 голов свиней на I га в хозяйстве IV (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Средний суммарный баланс NPK по хозяйствам

Хозяйство	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<i>Вынос (продажа), кг/га</i>			
I	86,7	40,7	72,5
II	67,1	30,3	29,1
III	68,5	22,0	22,4
IV	178,5	34,3	70,4
<i>Поступление, кг/га</i>			
I	7,0	—	—
II	57,8	5,7	5,4
III	81,3	14,6	9,6
IV	448,3	347,5	144,7
<i>Избыток (+) или дефицит (—), кг/га</i>			
I	—79,7	—40,8	—72,5
II	—9,3	—24,6	—23,7
III	+12,8	—7,4	—12,8
IV	+269,8	+313,2	+74,3

Х о з я й с т в о I является растениеводческим (0 голов КРС/га), общая площадь угодий составляет 171 га, из них 166 га пашни и 5 га лугопастбищных угодий. В хозяйстве содержится 45 свиноматок. Из об-

щего количества соломы 15–20 % складывается, остальное сохраняется на пашне. Урожайность культур в севообороте и балансы NPK приведены в таблицах 2 и 3.

Т а б л и ц а 2. Урожай культур в севообороте хозяйства I

Культура	Площадь, га	Средний урожай, ц/га
Сахарная свекла	36	460
Озимый рапс	19	20
Озимая пшеница	29	48
Яровая пшеница	—	—
Озимый ячмень	53	50
Яровой ячмень	13	40
Овес	16	42
Промежуточная культура (вика — предшественник сахарной свеклы)	20	—

Х о з я й с т в о II (1 гол. КРС/га) — смешанного типа. Общая площадь угодий 20,26 га, из них 14,26 га пашни (озимая пшеница — 4,56 га, яровой ячмень — 4,00, овес — 1,0, клевер — 0,8, картофель — 0,3, кормовая свекла — 0,6, капуста — 3,0 га) и 6,0 га лугопастбищных угодий (6 % бобовых). В хозяйстве содержится 14 молочных коров, дающих в среднем 4900 кг молока жирностью 3,9 %, 5 бычков и 6 свиноматок. Круговорот питательных веществ и балансы приведены в таблице 4.

Т а б л и ц а 3. Баланс NPK в хозяйстве I

Показатель	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Вынос (продажа), кг			
Сахарная свекла	3312,0	1656,0	6624,0
Рапс	1615,0	710,6	1938,0
Озимая пшеница	2366,4	958,0	591,6
Озимый ячмень	4505,0	1802,0	1351,0
Яровой ячмень	884,0	367,2	265,2
Овес	1256,3	457,3	342,5
Мясо (свинина)	403,2	57,6	55,8
Солома	488,5	977,0	1242,3
Суммарно, кг	14 830,4	6985,7	12 410,9
В пересчете на 1 га, кг	—86,7	—40,8	—72,5
Поступление	+7,0	—	—
И т о г о:	—79,7	—40,8	—72,5

Таблица 4. Баланс питательных веществ в хозяйстве II

Показатель	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Вынос (продажа), кг:			
молоко	384	141,5	131,7
мясо	54	7,7	7,4
пшеница	456	185,0	114,7
ячмень	160	66,5	48,0
капуста	272	200,0	227,0
картофель	33,6	13,6	63,0
Суммарно, кг	1359,6	614,2	591,1
В пересчете на 1 га, кг	-67,1	-30,3	-29,1
Поступление (закупки), кг/га:			
соя	268	65,2	60,0
комбикорма	208	50,0	50,0
клевер	275	—	—
луга	420	—	—
Суммарно, кг	1171,0	115,2	110,0
В пересчете на 1 га, кг	+57,8	+5,7	+5,4
Общий баланс, кг/га:			
вынос (продажа)	-67,1	-30,3	-29,1
закупки и поступление	+57,8	+5,7	+5,4
Итого	-9,3	-24,6	-23,7

Х о з я й с т в о III — преимущественно животноводческое (2,5 гол. КРС/га). Общая площадь угодий — 58 га, из них 14 га пашни (зерновые — 10 га, кукуруза на силос — 4 га) и 44 га лугопастбищных угодий (70 кг N/га). В хозяйстве содержится 80 молочных коров, дающих в среднем 5100 кг молока жирностью 3,7 %, 90 голов молодняка и 4 племенных быка. Балансы питательных веществ приведены в таблицах 5 и 6.

Х о з я й с т в о IV является свиноводческим (более 10 гол/га). Общая площадь угодий составляет 22,0 га, из них сахарной свеклы — 4,5 га, озимой пшеницы — 6,0, ярового ячменя — 5,5, озимого ячменя — 2,0, овса — 4,0 (17,5 га промежуточных культур). В хозяйстве содержится 2100 свиней. Баланс питательных веществ приведен в таблице 7.

Таблица 5. Потери питательных веществ с продаваемым молоком в хозяйстве III (5100 × 80 = 408 000 кг молока)

Показатель	N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O	
	%	кг	%	кг	%	кг
Продажа	0,56	2285	0,2065	841	0,192	783
Суммарно, кг		2285		841		783
В пересчете на 1 га, кг		-39,4		-14,5		-13,5

Т а б л и ц а 6. Баланс питательных веществ в хозяйстве III

Показатель	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Поступление, кг:			
с бобовыми	3080	—	—
с закупаемыми кормами	2810	2924,5	1998,0
Суммарно	5890	2924,5	1998,0
В пересчете на 1 га, кг	+101,5	+50,4	+34,4
Общий баланс, кг:			
продажа	-39,4	-14,5	-13,5
поступление	+101,5	+50,4	+34,4
И т о г о:	+62,1	+35,9	+20,9

Т а б л и ц а 7. Баланс питательных веществ в хозяйстве IV

Показатель	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Продажа, кг:			
с мясом	3387	484	469
с сахарной свеклой	540	270	1080
Суммарно, кг	3927	754	1549
В пересчете на 1 га, кг	-178,5	-34,3	-70,4
Поступление, кг:			
с комбикормами (4420 ц)	8813	7644	3183
с промежуточными культурами (17,5 га)	1050	—	—
Суммарно, кг	9863	7644	3183
В пересчете на 1 га, кг	+448,3	+347,5	+144,7
Общий баланс, кг:			
продажа	-178,5	-34,3	-70,4
поступление	+448,3	+347,5	+144,7
И т о г о:	+269,8	+313,2	+74,3

# ЛИТЕРАТУРА

1. Agrarspektrum: Integrierte Produktionsverfahren im Landbau. Verlagsunion Agrar 1985.
2. AID: Landbau – alternativ und konventionell. Heft 70, 1981.
3. Angermayer, W.: Biologie der Quecke. Feldherr Kundendienst.
4. Abele, U.: Vergleichende Untersuchungen zum konventionellen und biologisch dynamischen Pflanzenbau unter besonderer Berücksichtigung von Saatzeit und Entitäten. Diss. Gießen 1973.
5. Abele, U.: Untersuchungen des Rotteverlaufs von Gülle bei verschiedener Behandlung und deren Wirkung auf Boden, Pflanzenertrag und Pflanzenqualität. Inst. für biologischdynamische Forschung, Darmstadt 1976.
6. Amberger, A.: Die Verrottung von Getreide- und Maisstroh. Wintertagung der österreichischen Gesellschaft für Land- und Forstwirtschaftspolitik Wien, 1976.
7. Anonym: Umweltbericht 76. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 1976.
8. Aubert, C.: Organischer Landbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1981.
9. Aust, H. J., und B. Bretschneider: Nutzen und Grenzen biologischer Forschung unter kontrollierten Umweltbedingungen. Angewandte Botanik 56, S. 201–217, 1982.
10. Bachthaler, G., und P. Behringer: Ertragsleistungen und Befall mit zystenbildenden Nematoden bei verschiedenen Feldfrüchten im langjährigen Daueranbau. Z. f. Ackerund Pflanzenbau, 138, S. 21–38, 1973.
11. BASF: Entwicklung des spezialisierten Ackerbaus in Mitteleuropa. Mitteilungen für den Landbau 2, 1976.
12. BASF: Beiträge aus der Pflanzenschutzentwicklung der BASF-AG. Mitteilungen für den Landbau 3, 1976.
13. BASF: Lysimeteruntersuchungen in der Großanlage Limburgerhof. Mitteilungen für den Landbau 1, 1977.
14. BASF: Chemie in der Landwirtschaft. Symposium vom 12. September 1979 im Limburgerhof. Verlag Wissenschaft und Politik, Köln 1980.
15. BASF: Die Energiesituation der deutschen Landwirtschaft. Mitteilungen für den Landbau 1, 1981.
16. BASF: Das Risiko in unserer Ernährung. Mitteilungen für den Landbau 4, 1982.
17. BASF: Landwirtschaft zwischen Mangel und Überfluß – Analysen und Perspektiven. Mitteilungen für den Landbau 5, 1982.
18. BASF: Die Veränderung der Unkrautflora in Getreide und die Konsequenz für die richtige Wahl der Herbizide, dargestellt an Versuchsergebnissen aus der BRD und der Tschechoslowakei. Mitteilungen für den Landbau 5, 1974.
19. Blase, S.: Unterstützende Untersuchungen zur Optimierung der Stickstoffdüngung, Entwicklung und Anwendungstechnik Agrarchemikalien der Chemie, Linz AG, 1982.
20. Börner, H.: Über die Bedeutung gegenseitiger Beeinflussung von Pflanzen in landwirtschaftlichen und forstlichen Kulturen. Angewandte Botanik 34, 1960.
21. Bottenberg, G.: Auswirkung der Stickstoffdüngung auf die Nitratbelastung des Grundwassers und Folgerung für die Beratung. Forschung und Beratung, Rh. C, Heft 36, 1981.
22. Brüllsauer, A.: Preisgefüge und Absatzwege von Produkten aus biologischem Anbau in der Schweiz. Institut für biologischen Landbau Oberwil, Schweiz, Heft 6, 1980.

23. **B r u g g e r, G., und R. H e i d:** Fragen der Wirtschaftlichkeit im alternativen Landbau. *Kali-Briefe* (Büntehof) 15, S. 109–121, 1980.
24. **Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten:** Statusbericht aus dem Forschungsbereich des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Heft 206. Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup 1978.
25. **Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten:** Alternativen im Landbau. Heft 263, Landwirtschaftsverlag, Münster-Hiltrup 1982.
26. **Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten:** Berichte über Landwirtschaft. Agrarpolitik und Landwirtschaft, 50, Heft 3, Verlag Paul Parey, Hamburg, Berlin 1979.
27. **Bundesministerium des Innern:** Umweltprogramm der Bundesregierung. Veröffentlichung in der Reihe "betrifft", Drei Kronen Druck KG, Efferen bei Köln 1971.
28. **B u s c h, W.:** Die Landbauzonen im deutschen Lebensraum. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1936.
29. **D a r i m o n t, Th.:** Die Pestizide. Schriftenreihe Deutscher Verbraucherschutzverband e. V., Heft 2, 1978.
30. **D e b r u c k, J.:** Untersuchungen über getreidereiche Fruchtfolgen unter besonderer Berücksichtigung der mineralischen und organischen Düngung. Habilitationsschrift, Gießen 1976.
31. **D e c k e r, H.:** Phytonematologie. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1969.
32. **D e k k e r s, W. A., J. M. L a n g e and D. C. de W i t:** Energyproduction and use in Dutch agricultural Methods. *J. Agric. Sci.* 22, 107–118, 1978.
33. **Demeter-Bund:** Demeter Blätter No. 26, 1979.
34. **Deutscher Rat für Landespflege:** Zum ökologischen Landbau. Heft 31, 1978.
35. **Deutsches Nationalkomitee für das UNESCO-Programm "man and the biosphere":** Möglichkeiten zur Ausweisung von Biosphärenreservaten in der Bundesrepublik Deutschland. Bonn 1981.
36. **Deutsche Stiftung für internationale Entwicklung:** Fachseminar standortgerechter Landbau. Druckerei Bergmann, Weilheim 1982.
37. **Deutscher Verbraucherschutzverband e. V. (Hrsg.):** Die Pestizide. Schriftenreihe, Heft 2, 1978.
38. **D i e h l, J. F., und A. W e d l e r:** Konventioneller und alternativer Landbau. Vergleichende Untersuchungen über die Qualität der Ernteprodukte. Berichte der Bundesforschungsanstalt für Ernährung, Karlsruhe 1977.
39. **D i e r c k s, R.:** Pflanzenschutz mit Maß und Ziel. DLG-Verlag, Frankfurt 1980.
40. **D i e r c k s, R.:** Alternativen im Landbau. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1982.
41. **D i e r c k s, R.:** Einsatz von Pflanzenbehandlungsmitteln und die dabei auftretenden Umweltprobleme. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart und Mainz 1984.
42. **DLG:** Gesunde Fruchtfolge – gesunde Pflanze. Arbeiten der DLG, Band 70, DLG-Verlag, Frankfurt 1960.
43. **DLG:** Alternativen zum gegenwärtigen Landbau. Arbeiten der DLG, Band 169, DLG-Verlag, Frankfurt 1980.
44. **Dokumentationsstelle der Universität Hohenheim (Hrsg.):** Tagung über Umweltforschung der Universität Hohenheim, No. 21, 1977.
45. **D o m s c h, M.:** Probleme der Bodenbearbeitung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1960.
46. **D r o o p, H.:** Die Brache in der modernen Landwirtschaft. Verlag Karl Rössler, Heidelberg 1902.
47. **E g g e r s, Th.:** Wildwachsende Ackerpflanzen als Begleitpflanzen und als Unkräuter. Agrarwissenschaftliches Symposium am Collegium Humanum, Vlotho 1979.
48. **Elm Farm Research Center:** The research needs of biological agriculture in Great Britain. Published by: Elm Farm research Centre, Hamsted Marshall 1980.
49. **Elm Farm Research Center:** Green Manures. 1982.



50. Federation internationale du commerce des semences: Leguminosen – die wichtigste Pflanzenfamilie für die kommenden 30 Jahre. Pressekonferenz in Venedig 1982.
51. Fischer, R.: Der andere Landbau. Verlag Madliger-Schwab, Zürich 1982.
52. Forschungsring für biologisch dynamische Wirtschaftsweisen: Zielsetzungen und Wege der biologisch dynamischen Wirtschaftsweisen in der gegenwärtigen Situation der Welt-Landwirtschaft. Darmstadt 1975.
53. Förster, J., und H. Lippold: Verluste gasförmigen Stickstoffs durch chemische Nitrifizierung im Boden. Bodenkunde 20, Heft 6, Akademie Verlag, Berlin 1976.
54. Fürst, L.: Untersuchungen über naturgemäße Anbauverfahren im Obstbau. Eden-Stiftung zur Förderung naturnaher Lebenshaltung und Gesundheitspflege, Bad Soden 1974.
55. Gekle, L.: Ökonomische Aspekte des alternativen Landbaus, 22. Jahrestagung der Gesellschaft für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften des Landbaues e. V. Verlag M. Schaper, Hannover 1981.
56. Gliemeroth, G.: Nachhaltige Fruchtfolgeeffekte. Hohenheimer Hochschultage 64, LH Hohenheim, Reden und Abhandlungen Nr. 18, S. 17, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart 1964.
57. Graff, O.: Die Regenwürmer Deutschlands – Schriftenreihe der Forschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode 7, 1953.
58. Gerike, S.: Probleme der Humuswirtschaft. Wiss. Editionsges. Berlin 1948.
59. Griffith-Jones, J.: Make your plants work for you. The Soil Association, Walnut Tree Manor, Haughley, Suffolk 1977.
60. Grosch, P., J. Lunzer und H. Vogtmann: Ökologischer Landbau. IFOAM Sonderausgabe 5. Rohr-Druck-Hildebrand, Kaiserslautern 1982.
61. Grosch, K.: Thesen zur Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit beim Übergang zur industriemäßigen Pflanzenproduktion. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 19, 5, S. 315–324, Berlin 1975.
62. Grossmann, F.: Gründung als Pflanzenschutzmaßnahme. Z. f. Pflanzenkrankheiten, 74, 1967.
63. Grümmer, G.: Die gegenseitige Beeinflussung höherer Pflanzen – Allelopathie – Gustav Fischer Verlag, Jena 1955.
64. Hagemann, O., und M. Schnee: Quantifizierung der Bodenfruchtbarkeit und deren Bedeutung für die Praxis. Bodenkultur 32, Heft 3, 1981.
65. Hauptarbeitskreis Düngung: Handbuch Umweltaspekte der Düngemittelanwendung, 1976.
66. Heinicke, H.-K.: Untersuchungen über den Einfluß von Pflanzeninhaltsstoffen auf das Verhalten der Fritfliege und ihre Maden. Diss. Hohenheim 1978.
67. Heinisch, E., H. Paucke, H.-D. Nagel und D. Hansen: Agrochemikalien in der Umwelt. Gustav Fischer Verlag, Jena 1976.
68. Heinzmann, F.: Assimilation von Luftstickstoff durch verschiedene Leguminosenarten und dessen Verwertung durch Getreidenachfrüchte. Diss. Hohenheim 1981.
69. Heyland, K.-U., und H. Braun: Einfluß von Futterzwischenfruchtanbau auf den Ertrag von Sommerweizen. Das Wirtschaftseigene Futter, 26, Heft 1, S. 15–31, 1980.
70. Heyland, K.-U., und S. Solanský: Energieeinsatz und Energieumsetzung im Bereich der Pflanzenproduktion. Bericht über Landwirtschaft 15, SdH. S. 15–36, 1980.
71. Heynitz, K. v., und G. Merckens: Das biologische Gartenbuch. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1983.
72. Howard, A.: Mein landwirtschaftliches Testament. Edition Siebeneicher, Neu-Ulm 1979.

73. Hurle, K., A. Kemmer, W. Koch, F. Müller, E. Sanwald und H. Walter: Pflanzenkrankheiten. Sonderheft IX, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1981.
74. IFOAM: Auf dem Weg zur nachhaltigen Landwirtschaft. Verlag Wirz, Aarau 1977.
75. International Atomic Energy Agency: Soil organic matter studies. Proceedings of a Symposium, Braunschweig 1976.
76. Jost, M., und A. Krieg: Biologische Schädlingsbekämpfung. Verlag Paul Parey, Berlin 1976.
77. Kahnt, G.: Ackerbau ohne Pflug. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1976.
78. Kahnt, G.: Gründüngung. DLG Verlag, Frankfurt/Main 1983.
79. Kämpf, R.: Fruchtfolgegestaltung im spezialisierten Betrieb. DLG-Verlag, Frankfurt 1973.
80. Keller, E. R.: Ausdehnung des Ackerbaues, Teil I: Pflanzenbauliche Betrachtungen über Fragen der Fruchtfolge. Schweizerische Landw. Monatshefte 57, S. 73–90, 1979.
81. Keller, E. R.: Landwirtschaftlicher Pflanzenbau im Spannungsfeld zwischen "biologischen" und "traditionellen" Methoden. Institut für Pflanzenbau, Zürich 1980.
82. Keller, E. R.: Der Boden als Grundlage für die Erzeugung von Nahrungsmitteln – Erhaltung seiner Ertragsfähigkeit auf lange Sicht. Schweizerische Landw. Forschung 19, Heft 314, S. 209–222, 1980.
83. Kick, H.: Beobachtungen über den Abbau organischer Masse im Boden unter dem Einfluß der Kalkung. Z. f. Pflanzenernährung, Düngung, Bodenkunde 74, 119, Heft 1, 1956.
84. Knapp, R.: Eigenschaften, Wirkungen und Methodik der Allelopathie. Angewandte Botanik 54, S. 125–138, 1980.
85. Knösel, D.: Über die Beeinflussbarkeit der Entwicklung von Bodenmikroorganismen durch Preßsäfte von Kulturpflanzen und Kräutern, dargestellt im Diffusionstest an den Beispielen Lein und Leindotter, Roggen und geruchloser Kamille. Duncer u. Humblot, Berlin 1961.
86. Koch, W.: Unkrautbekämpfung. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1970.
87. Konnecke, G.: Fruchtfolgen. Deutscher Landwirtschaftsverlag, Berlin 1967.
88. Koepf, H.: Landbau natur- und menschengemäß. Verlag Freies Geistesleben, Stuttgart 1980.
89. Koepf, H., B. Petterson und W. S. Schumann: Biologisch dynamische Landwirtschaft. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1980.
90. Konold, H.-G.: Einfluß verschiedener Futterbau-Fruchtfolgen auf den Ertrag von Kartoffeln bei ausschließlich org. Düngung. Dipl. Arbeit, Univ. Hohenheim 1982.
91. Korsmo, E.: Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit. Springer Verlag, Berlin 1930.
92. Krantz, H.: Binnerversorgung durch Bodenkraftmehrung. Dr. Benno Filsner Buch- und Kunstverlag Augsburg, Stuttgart 1924.
93. Kraus, C.: Zur Kenntnis der Verbreitung der Wurzeln in Beständen von Rein- und Mischsaaten. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1914.
94. Landesausschuß für Landw. Forschung, Erziehung und Wirtschaftsberatung beim Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Nordrhein-Westfalen: Landwirtschaftberatung im Spannungsfeld zwischen Ökologie und Ökonomie, Forschung und Beratung, Reihe C, Heft 34, 1979.
95. Lebendige Erde: Biol.-dynamischer Land- und Gartenbau. Bd. 1+2.
96. Legel, F.: Wie erziele ich in einem Jahr, von demselben Boden, zwei hintereinander folgende Getreidearten. 1928 (Copyright by F. Legel).
97. Lohmann, M.: Grundlagen und Aussichten ökologischen Landbaues, Scheidewege. 7. Jahrg. H 4, Klett Verlag, Stuttgart 1977.
98. Lünzer, I.: Energiefragen in Umwelt und Landbau. Verlag Das Fenster, 1979.

99. Mach, F.: Kampf dem Kunstdünger? Jos. E. Huber, Diessen vor München 1937.
100. Magazin Brennpunkte 9: Landbau heute: Nahrung mit Gift. G. Fischer Verlag, Frankfurt.
101. Maur, K. von: Oskar Schlemmer-Ausstellung. Ausstellungskatalog S. 261. Württemberg. Kunstverein, Stuttgart 1977.
102. Mayer, A.: Agrikulturchemie. Carl Winters Univ. Buchhandlung, Heidelberg 1876.
103. Mayer, A.: Agrikulturchemie. Carl Winters Univ. Buchhandlung, Heidelberg 1924.
104. Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt Baden-Württemberg: Auswertung dreijähriger Erhebungen in neun biologisch-dynamisch wirtschaftenden Betrieben, März 1977.
105. Müller, G.: Bodenbiologie. VEB Gustav Fischer Verlag, Jena 1965.
106. Müller-Wilmes, U., und M. Zoschke: Allelopathie – eine mögliche Ursache für Verträglichkeitsbeziehungen der Kulturpflanzen? Angew. Botanik 54, S. 109–123, 1980.
107. Niklas, J.: Zur Wirkung von Pestiziden, insbesondere von Benzimidazolen, auf Regenwürmer und andere Bodentiere in Obstanlagen. Diss. Hohenheim 1980.
108. Nuyken, W.: Die Bekämpfung der Quecke im Ackerbau mit reduzierter Bodenbearbeitung. Acker- und Pflanzenbau 141, S. 38–54, 1975.
109. Oberländer, H. E., und K. Roth: Die Umwandlung eines 14 C-markierten Düngers aus Gülle und Stroh im Boden. Die Bodenkultur, Bd. 26, Heft 2, 1975.
110. Österreichischer Rundfunk: Der biologische Landbau. Eggermann Druckereigesellschaft, Wien, Redaktion: E. Guggenberger (o. Jahresangabe).
111. Older, C. D.: The South of England, Agricultural Society Award, Nuffield Farming Scholarship Trust, 1981.
112. Opitz, K.: Probleme der Bodenbearbeitung. Wiss. Editionsges. Berlin 1948.
113. Peterson, A.: Taxation von Ackerländereien auf Grund des natürlichen Pflanzenbestandes von Ackerland und Ackerrand. Verlag Reinhold Kühn, Berlin 1931.
114. Pfeiderer, H.: Untersuchungen über das Durchwurzelungsvermögen von Böden durch Körnerleguminosen und Cruciferen. Diplomarbeit, Hohenheim 1981/82.
115. Preuschen, G., H. Brauner, R. Stourhas und J. Willi: Gesunder Boden – leistungsstarker Betrieb. Leopold Stocker Verlag, Graz und Stuttgart 1977.
116. Preuschen, G.: Die Alternative für den vorausschauenden Landwirt: Umstellung auf ökologischen Landbau I, Selbstverlag 1982.
117. Quentin, K.-E.: Ursachen und Folgerungen des Schadstoffvorkommens in Gewässern. Daten und Dokumente zum Umweltschutz 21, Univ. Hohenheim 1971.
118. Reinmuth, E.: Die Beeinflussung des antiphytopathogenen Potentials (pa) des Bodens durch org. Düngung und Vorfrucht. Pflanzenschutzberichte 38, 2, Wien 1968.
119. Resele, E.: Ackerbohne, die Gesundungsfrucht unserer Acker- und Gartenböden, EOS Druck, St. Ottilien 1982.
120. Rieder, G.: Der Einfluß des Schwemmistes auf die Keimfähigkeit von Unkrautsamen. Z. f. Pflanzenkrankheiten 73, Heft 11/12, 1966.
121. Rid, H.: Bodengesundheit und Bodenpflege im Zeichen der Technik. BLV Verlegsges. München, Basel, Wien 1964.
122. Ried, H.: Das Buch vom Boden. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart 1984.
123. Rintelen, J.: Einfluß der Verunkrautung auf die Infektion von Erbsen und Lein durch bodenbürtige Fusarien. I. Beobachtungen an einem Dauerversuch und Untersuchungen zur Erregerpopulation. Z. f. Pflanzenkrankheiten, H. 5, 1973. II. Untersuchungen zum Einfluß der Rhizosphäre auf die Zusammensetzung der Fusarien-Population im Boden. Z. f. Pflanzenkrankheiten, 80, H. 7. 1973.
124. Rübesam, E., und K. Rauh: Ackerbau. DLV Berlin 1964.

125. Ruhr-Stickstoff: Leistungsfähige Fruchtfolgen trotz Rationalisierung? Heft 13.
126. R a u s c h, H.-P.: Bodenfruchtbarkeit. Haug Verlag, Heidelberg 1968.
127. R u s s e l, J. E.: Boden und Pflanze. Verlag Theodor Steinkopf, Dresden und Leipzig 1914.
128. R u s s e l, R. S., K. Inge und Y. R. Metha: The soil / Root System in Relation to Brazilian Agriculture. Instituto Agronomico Do Parana, 1981.
129. Saatgut-Erzeuger-Gemeinschaft im Gebiet der Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein e. V.: Rundschreiben, Vorträge des Kieler Pflanzenzüchtertreffens 1976.
130. S a i l e r, R.: Der Einfluß verschiedenartiger Stallmistlagerung auf die Größe der Lagerungsverluste und die Verwertung des Stallmistes durch die Pflanze. Jena 1930.
131. S a m a r a s, J.: Nachernteverhalten unterschiedlich gedüngter Gemüsearten. Lebendige Erde, Foto-Druck-Lenz, Gießen 1978.
132. S c h n e i d e w i n d, W.: Die N-Quellen und die N-Düngung. Verlag Paul Parey, Berlin 1908.
133. S c h o m e r u s, J.: Die biol.-dyn. Wirtschaftsweise im Obst- und Gartenbau. Pflugscharverlag, Düsseldorf 1932.
134. S c h ö n r o k - F i s c h e r, R., und L. S c h w ä b e: Möglichkeiten zur Verminderung nematodenbedingter Ertragsverluste bei konzentriertem Getreideanbau. Arch. f. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 17, Heft 6, S. 449–455, Berlin 1973.
135. Schriftenreihe des Dachverbandes: Innovationen im Agrarsektor. Bd. 5. Verlagssunion Agrar 1982.
136. S c h u m a c h e r, E. F.: Small is beautiful. Abacus 1974.
137. S c h u m a n n, G.: Zukunftsaussichten des integrierten Pflanzenschutzes. Umschau 79, Heft 10, 1979.
138. S e i f e r t, A.: Gärtnern, Ackern – ohne Gift. Biedersteinverlag, München 1971.
139. S e k e r a, F.: Gesunder und kranker Boden. Verlag Paul Parey, Berlin 1951.
140. S i e g e l, P.: Ist Pflanzenbau ohne Mineraldünger und ohne Pflanzenbehandlungsmittel eine Alternative? Verlagsgesellschaft für Ackerbau, Kassel 1982.
141. S o u c i, S. W., W. F a c h m a n n und H. K r a u t: Die Zusammensetzung der Lebensmittel, Bd. 2. Wiss. Verl. Ges. mbH, Stuttgart 1977.
142. S t a a, H. van: Ökologische Landwirtschaft, Kongreßbericht Grünes Forum Alpbach, Folge 2. Wagnerische Universitätsbuchhandlung, Innsbruck 1980.
143. S t a u b, H. A.: Alternative Landwirtschaft. Fischer-Verlag, Frankfurt 1980.
144. S t e f f e n und B e r g: Einfluß von Begrenzungen beim Einsatz von Umweltchemikalien auf den Gewinn landwirtschaftlicher Unternehmen. Kohlhammer Verlag, Stuttgart 1977.
145. S t e i n e r, R.: Geisteswissenschaftliche Grundlage zum Gedeihen der Landwirtschaft. Landwirtschaftlicher Kurs. Verlag R. Steiner Nachlaßverwaltung, Dornach 1979, 6. Aufl.
146. S t e u d e l, W., und J. M ü l l e r: Der Einfluß resistenter Ölrettichlinien auf die Abundanzdynamik von *Heterodera schachtii* Schmidt. Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst 33, H. 7, S. 97–103, 1981.
147. Stiftung Ökologischer Landbau (Hrsg.): Der ökologische Landbau – eine Realität. Alternative Konzepte 30. Verlag C. F. Müller, Karlsruhe 1979.
148. S t o n e h o u s e, B.: Biological Husbandry. Butterworth, London 1981.
149. S t r a h m, H. R.: Überentwicklung. Burckhardthaus-Laetare-Verlag, 1980.
150. S t r a k o s c h, S.: Das Problem der ungleichen Arbeitsleistung unserer Kulturpflanzen. Verlag Paul Parey, Berlin 1907.
151. S t r e c k e r, O. und J. L i n s c h e i d: Vorträge der 32. Hochschultagung Bonn, Landw. Verlag Hilstrup-Münster 1978.
152. S c h w a r z, K.: Die Wirkungen von Anbaumaßnahmen auf Zahl und Aktivität von Regenwürmern und deren Einfluß auf Bodenkennwerte und Pflanzenertrag. Dipl. – Arbeit Hohenheim 1978/79.
153. Studienzentrum Weikersheim e. V.: Umweltschutz – Herausforderung unserer Zeit. v. Hase und Köhler Verlag, Mainz 1984.

154. T a l a t s c h i a n, P.: Wirtsflanzeneignung verschiedener Stoppelfrüchte für phytoparasitäre Nematoden unter besonderer Berücksichtigung von Heterodera schachtii. Diss. Gießen 1974.
155. T h ü r k a u f, M.: Sackgasse Wissenschaftsgläubigkeit. Strom-Verlag, Zürich 1975.
156. T r u n, M.: Aussaatage 1975, Marburg/Lahn.
157. TU-Berlin: Welchen Beitrag kann die Biologische Landwirtschaft zur Verwirklichung der Ziele der Landwirtschaftsplanung leisten? Projektbericht Biologische Landwirtschaft, TU-Berlin, FB 14, SS/WS 77/78.
158. U g r i m o f f, A. I. von: Die wissenschaftliche Planung des Pflanzenbaues in Rußland. Gebrüder Hoffmann-Verlag, Berlin 1935.
159. Umweltschutz in Land- und Forstwirtschaft II. Pflanzliche Produktion, Sammelberichte (26 Beiträge) in: Berichte über Landwirtschaft, Bd. 50. Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin 1972.
160. Umweltbericht 76: anonym. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart 1976.
161. V e l s e n, M. von: Leistungsprüfungen einiger Leguminosenarten aus den Gattungen Vicia, Lathyrus und Lupinus. Landw. Jahrbuch, Bd. 88, 1939.
162. V e t t e r, H.: Die Wirkung von im Winter ausgebrachten Stallmistdecken im Vergleich zu sofort eingedüngtem Stallung. Acker- und Pflanzenbau, Heft 125, S. 309–318, 1967.
163. V e t t e r, H., und A. K l a s i n k: Einfluß starker Wirtschaftsdüngergaben auf Boden, Wasser und Pflanzen. Landw. Forschung, Sdh. 28, 249–268.
164. V o i t l, G u g g e n b e r g e r und W i l l i: Das große Buch vom biologischen Land- und Gartenbau. Verlag Orac, Wien 1980.
165. W a g n e r, F.: Untersuchungen zur Bedeutung von Sommer- und Wintergetreide für die Vermehrung der Hafernematoden. Bayr. Landw. Jahrbuch, 1968.
166. W e b e r, F.: Neue Wege zum alternativen Landbau. Erwin Scharpf Druckerei, Weil der Stadt 1980.
167. W e h s a r g, O.: Das Unkraut im Ackerboden. DLG Berlin 1912.
168. W e h s a r g, O.: Ackerunkräuter. Akademie-Verlag, Berlin 1954.
169. W e i l, L., K.-E. Q u e n t i n und S. J a r r a r: Adsorption von Pestiziden an Gewässertrübstoffen. Schriftenreihe des Vereins für Wasser-, Boden- und Lufthygiene 31, S. 77–84, 1972.
170. W e i l, L., und K.-E. Q u e n t i n: Bestimmungen von insektiziden chlorierten Kohlenwasserstoffen. VIII. Mitt. Z. f. Wasser- und Abwasser-Forschung 7, S. 147–152, 1974.
171. W e i s e, K.: Nährstoffauswaschungsverluste auf unterschiedlichen Standorten. Arch. f. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 23, 3, S. 163–171, 1979.
172. W e i s e r, G.: Expeditionen in die Wirklichkeit. Verlag Bonn Aktuell, Stuttgart 1981.
173. W e i s s e, A.: Zur Vorgeschichte der Gründüngung. Angew. Botanik, Bd. 6, 1924.
174. W i l l i, J., und H. v a n S t a a: Biologischer Landbau. Schriftenreihe Grünes Forum, Folge 4, Wagnerische Universitätsbuchhandlung, Unnsbruck 1981.
175. W i s t i n g h a u s e n, E. von: Die Verlagerung von Nitrat- und anderen Ionen in Böden und die Wirkung der Bewirtschaftung auf diesen Vorgang. Diss. Hohenheim 1971.
176. W o r t m a n n, M.: Konventionelle und biologische Landwirtschaft. Lebendige Erde, Darmstadt.
177. W o l f f, E.: Praktische Düngerlehre. Verlag Wiegand und Hempel, Berlin 1872.

# СОДЕРЖАНИЕ

От редакции . . . . .	5
Предисловие к немецкому изданию . . . . .	7
1. Предварительные замечания . . . . .	11
2. Задачи программ по охране окружающей среды . . . . .	15
3. Цели биологического земледелия . . . . .	21
4. Направления биологического земледелия . . . . .	24
Биолого-динамическое земледелие . . . . .	27
Органо-биологическое земледелие . . . . .	30
Система ANÖG. . . . .	32
5. Предпосылки биологического земледелия . . . . .	33
Предпосылки активного применения биологических приемов в сельском хозяйстве . . . . .	35
6. Критический обзор литературы по биологическому земледелию . . . . .	39
Пример 1 . . . . .	40
Пример 2 . . . . .	42
Пример 3 . . . . .	44
7. Зачем нужен скот в биологических хозяйствах? . . . . .	50
8. Планирование биологического хозяйства . . . . .	53
Разъяснения к таблицам 11 и 12 и к рисункам 4 и 5 . . . . .	56
9. Необходимость в биологических мероприятиях при обработке почвы, удобрении и защите растений . . . . .	67
Экономия энергии . . . . .	68
Охрана окружающей среды . . . . .	72
Изменения качества урожая и их значение . . . . .	79
10. Круговороты питательных веществ, баланс гумуса и его восстановление . . . . .	84
Питательный режим растений для получения высоких и качественных урожаев . . . . .	84
Баланс гумуса . . . . .	87
11. Внесение удобрений и балансы питательных веществ . . . . .	92
Внутрихозяйственный баланс питательных веществ . . . . .	100
Примечания к вопросу об использовании внутрихозяйственных удобрений . . . . .	101
Баланс поля . . . . .	107
Баланс-трансформации . . . . .	108
Выводы . . . . .	112
12. Обработка почвы как целенаправленный технический, химический или биологический агроприем . . . . .	114
Примеры . . . . .	116
13. Значение севооборотов и предшественников . . . . .	129
Севооборот как биологическое мероприятие . . . . .	129
Меры по устранению проблем односторонних севооборотов . . . . .	141
14. Преимущества и недостатки выращивания бобовых культур . . . . .	143
15. Последствие бобовых и покой почвы . . . . .	152
16. Взаимодействия в системе удобрение—обработка почвы—севооборот . . . . .	157
Первый опыт . . . . .	159
Второй опыт . . . . .	161
Третий опыт . . . . .	163

17. Удобрение, обработка почвы и севооборот как звенья системы интегрированной защиты растений . . . . .	168
Борьба с обсеменяющимися сорняками . . . . .	174
Борьба с корневищными сорняками . . . . .	178
Борьба с корнеотпрысковыми сорняками . . . . .	178
Борьба с вредителями . . . . .	178
Меры предосторожности при внесении токсичных инсектицидов . . . . .	183
Биологическая борьба с болезнями . . . . .	184
18. Значение биологического земледелия или биологических агроприемов для развитых стран и сельского хозяйства развивающихся стран тропиков и субтропиков . . . . .	186
Биологические меры в земледелии развивающихся стран тропиков и субтропиков . . . . .	188
Приложение . . . . .	193
I. Эколого-биологический анализ хозяйства . . . . .	193
II. Балансы питательных веществ в четырех хозяйствах на юге ФРГ с содержанием от 0 до 10 голов скота/га . . . . .	195
Литература . . . . .	199

**ГЮНТЕР КАНТ**

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАСТЕНИЕВОДСТВО: ВОЗМОЖНОСТИ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ АГРОСИСТЕМ**

Зав. редакцией *В. Е. Машковский*

Младший редактор *Р. Ф. Соколова*

Художественный редактор *С. Н. Болоболов*

Художник *К. Тер-Захаряни*

Технические редакторы *Н. А. Зубкова, М. С. Ашиткова*

Корректор *В. В. Тумарева*

ИБ № 5870

Подписано в печать 08.08.88. Формат 60 × 84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>. Бумага офсетная № 2. Гарнитура  
Пресс-Роман. Печать офсетная. Усл. печ. л. 12,09. Усл. кр.-отт. 12,32. Уч.-изд. л.  
13,41. Изд. № 483. Тираж 4000 экз. Заказ № 2803 Цена 2 р. 70 к.

Ордена Трудового Красного Знамени ВО "Агропромиздат", 107807, ГСП,  
Москва, Б-78, ул. Садовая-Спасская, 18.

Московская типография № 9 НПО "Всесоюзная книжная палата" Госкомиздата,  
109033, Москва, Волочаевская, 40.