

Артур Гранстедт

Фермерство завтрашнего дня

в регионе Балтийского моря



Oslo

Stockholm

Helsingfors

Tallinn

Riga

Köpenhamn

Vilnius

Minsk

Berlin

Warszawa

Kiev

Prag

Артур Гранстедт

Фермерство завтрашнего дня для региона Балтийского моря



ДЕМЕТРА

Санкт-Петербург
2014

УДК 631.115.1(4-01)
ББК 65.321.4(40/47)
Г 77

Гранстедт, Артур.

Г 77 Фермерство завтрашнего дня для региона Балтийского моря / Артур Гранстедт; [пер. с англ.: Наталия Михайловна Жирмунская]. — Санкт-Петербург: Деметра, 2014. — 136 с.: цв. ил.

ISBN 978-5-94459-059-6

В этой книге Артур Гранстедт использовал свой многолетний опыт работы в качестве органического фермера, консультанта и преподавателя экологического устойчивого земледелия. В книге приводятся результаты полевых испытаний и опытной проверки на фермах восьми стран в регионе Балтийского моря, которая была проведена в рамках проекта Балтийское Экологическое Безотходное Земледелие и Общество (БЕРАС).

В книге приводится описание экосистем, поддерживающих здоровье биосферы — наземной и морской, климата и глобального производства продовольствия, а также дается обзор сельскохозяйственной практики, ее воздействие на естественную природу вещей и то, и как это может привести к истощению ресурсов, от которых зависит наша жизнь.

Автор исследует пути, на которых можно уменьшить эвтрофикацию Балтийского моря и снизить опасность глобального потепления. При этом показывается, как массовый переход на методы органического земледелия может снизить распространение токсических веществ на окультуренных землях, простимулирует социальное и экономическое развитие сельских областей в регионе Балтийского моря, благоприятно скажется на биоразнообразии региона.

Книга предназначена для экологов, фермеров, и всех тех, кто стремится повернуть к лучшему негативные тенденции, восстановить плодородие почвы, сделать снова цветущими истощенные земли и производить питательные продукты.

Книга может быть полезным учебным материалом для преподавателей, учащихся и научных сотрудников в области экологии и фермерства.

*Публикация книги стала возможной благодаря гранту
Европейского регионального фонда развития (ERDF) для осуществления проекта BERAS
университетом Сёдерторна и Биодинамическому исследовательскому институту в Ярне
и поддержке Шведского института*

ISBN 978-5-94459-059-6

© Артур Гранстедт, 2012
© Деметра, 2014

ОГЛАВЛЕНИЕ

- 5 Предисловие
- 8 Введение

- 9 Основы экологического равновесия**

- 10 Солнечный свет, вода и зеленые растения — основа жизни
- 10 Бесконечные циклы использования и вторичного использования
- 10 Углерод — строительные блоки и источник энергии
- 11 Азот необходим всем живым существам
- 12 Один литр нефти на каждый килограмм азота
- 13 Вполне достаточно бобовых
- 15 Фосфор — преобразователь энергии в клетке
- 15 Равновесие потеряно
- 16 Даже в Древнем Риме
- 18 Устойчивое развитие: определение
- 19 Два градуса Цельсия — будет достаточно?
- 20 Само-интенсифицирующиеся процессы
- 22 Планетарные границы стабильности
- 23 Использование энергии топлива должно быть снижено на 80%

- 25 Живая земля**

- 25 Минеральная почва
- 26 Тонкое распределение — ключевой фактор
- 27 К северу более кислые почвы
- 27 Гумус создавался миллионы лет
- 28 Там, где органические процессы встречаются с мертвым материалом
- 29 Плодородная почва — саморегулирующийся организм
- 30 Экосистема пахотной почвы

- 32 Потребность в окультуренных землях и продуктах питания в глобальной перспективе**

- 35 Миграция
- 35 В 900 раз больше
- 36 Плодородные аллювиальные наносы

- 37 Фермерство в регионе Балтийского моря. Краткая история с примерами из Швеции от подсечно-огневого метода до животноводческих предприятий**

- 38 Ферма — детище луга
- 38 Бобовые на лугах и опавшие листья удобряют почву
- 41 Бобовые положили конец голоданию
- 41 Клевер кормит одинаково почву и животных
- 43 Выделение фермерских хозяйств, аграрная революция
- 45 Как распространялись знания
- 46 Переработка отходов на каждой ферме
- 47 Сельское хозяйство с разорванным циклом
- 49 Больше отходов
- 53 С 1950 года две фермы из трех перестали существовать

- 55 Ярко-зеленые, свободные от сорняков поля — последствия специализации**

- 56 Как возникла проблема с излишками питательных веществ
- 59 Азот
- 59 Фосфор
- 60 Около 40 000 квадратных километров мертвого морского дна
- 62 Загрязнение окружающей среды на гектар и общее
- 63 Цель никогда не будет достигнута
- 66 Распространение токсических веществ в окружающей среде
- 68 Низкие дозы?
- 70 Загрязнение кадмием все еще с нами
- 70 Жестокое обращение с животными
- 72 Пастбищным животным лучше, но живут они очень недолго
- 73 От производителей энергии до потребителей энергии

77 Альтернативы — биодинамическое, органическое и экологическое сельское хозяйство

- 78 Северная зеленая платформа
- 79 Шаг вперед
- 81 Правила

83 Цель достижима — проект БЕРАС

- 85 О возвращении назад нет и речи
- 88 Плодородие может быть восстановлено
- 90 Бобовые выполняют двойную роль

91 Продукты, которые мы едим, и взаимосвязь способа их производства с окружающей средой и изменением климата

- 91 Продукты с ферм ЕРА
- 92 Влияние на море
- 95 Влияние на климат
- 97 Влияние на биоразнообразие

98 Делаем шаги

- 98 Всюду, где пахотная почва
- 98 Экономические возможности...
- 99 ... и камни преткновения
- 100 Урожаи и доходность
- 102 Химическое земледелие требовательно
- 104 Экологическая переработка отходов обеспечивает лучшее питание

106 Продукция ферм БЕРАС

- 107 Швеция
- 111 Ферма Ниббле и Садовая ферма
- 112 Финляндия
- 112 Ферма Паргас
- 114 Ферма Рекола в Хеме

- 118 Латвия
- 118 Ферма Загери
- 120 Страумали и Пагаста Падоме, органический молокозавод

123 Сохранение ресурсов — меры и выгоды

- 123 Основные принципы экологического метода
- 123 Ферма Мелби
- 128 Более высокий доход для фермера — и для страны

129 Выводы

130 Проект БЕРАС — опубликованные отчеты и выводы

ПРЕДИСЛОВИЕ

Модернизация шведского и европейского сельского хозяйства в прошлом веке привела к значительному увеличению урожайности. В то же время следствием модернизации стало однообразие биологически обедненного сельскохозяйственного ландшафта и ряд других негативных явлений. Наиболее серьезные из этих явлений — уменьшение биоразнообразия, загрязнение воды и воздуха, распространение токсических веществ в окружающей среде, изменяющие климат выбросы газов и потеря культурного наследия.

Большая часть воздействий сельского хозяйства на окружающую среду связана с использованием земель и интенсивностью этого использования. Чем выше интенсивность, тем сильнее воздействие. Сельское хозяйство прошлого с его тесной связью растениеводства и животноводства, зависимое от местных ресурсов, мелкомасштабное и с разнообразными культурами было дружественным по отношению к окружающей среде и в очень незначительной степени способствовало истощению основных природных ресурсов планеты. Оно было встроено — и создавало его — в сельскохозяйственный ландшафт, являющийся источником основных естественных и культурных ценностей. Среди них были пастбища и луга с их богатством видов.

Возвращение к сельскому хозяйству прошлого невозможно, но старый опыт оставил нам наследство, которое мы должны изучать и использовать. Были предприняты усилия для естественной консервации, чтобы сохранить остатки прежнего сельскохозяйственного ландшафта, в частности, путем предоставления экологических компенсаций их владельцам. Кроме того, есть некоторые аспекты старых фермерских методов, которые могут быть адаптированы и применены в сегодняшней практике и в будущем. Не менее важно, что они могут помочь уменьшить воздействие на среду крупномасштабных ферм с узкой специализацией в области или растениеводства, или животноводства. Специализация увеличивает потребность в минеральных удобрениях, с одной стороны, и в импортированных кормах, с другой. Примеры старых хозяйств могут помочь уменьшить эти потребности.

Дисбаланс между производством кормов и масштабом производства животноводческой продукции на крупномасштабных животноводческих фермах имеет серьезные и далеко идущие последствия. Он ведет к накоплению избытков навоза и мочи, из которых элементы питания растений вымываются в ближайшие ручьи и водоемы. Избыток азота и фосфора, обусловленный сельским хозяйством, — главная причина повышения энтропии Балтийского моря, и представляет серьезную опасность для чувствительной биологии окруженного суши внутреннего моря. Много уже сделано, — и продолжает делаться, — чтобы уменьшить загрязнение моря, но все эти меры принимаются в рамках современной агрономической практики. То же самое можно сказать о мерах, принимаемых в отношении других проблем. Они необходимы, но недостаточны.

Чем больше мы узнаем о море, тем яснее становится, что сельское хозяйство и другие источники загрязнения могут принести гораздо больше вреда, чем мы считаем сегодня. Другими словами, мы рискуем закрепить неприемлемую экологическую ситуацию и потеряем раз и навсегда все выгоды живой экосистемы, которые может предоставить Балтика. Чтобы уменьшить нагрузку питательных веществ, поступающих в море, требуется сделать гораздо больше, чем продолжающееся ограничение конвенциональной практики и развитие нашего экологического сознания. Мы должны найти пути реформировать всю модель фермерского хозяйства, которая делает фермерство источником загрязнения.

Переход к экологическому безотходному сельскому хозяйству (Ecological Recycling Agriculture — ERA), предмет этой книги, может стать путем для проведения комплексной системной реформы. БЕРАС (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society — Балтийское Экологическое Безотходное Земледелие и Общество) — проект, поддерживаемый ЕС, предложенный и руководимый Артуром Гранстедтом между 2003 и 2006 годами, включает фермы всех государств, членов ЕС, выходящих к Балтийскому морю. Он представляет широкий целостный подход к переходу на методы ERA, которые помогут уменьшить сбросы от ферм в море и в целом

уменьшить отрицательное экологическое влияние земледелия. Результаты проекта выглядят обнадеживающе. Соответственно, в настоящее время он поддерживается следующим новым проектом ЕС — «реализация БЕРАС», который будет действовать до конца 2013 года под тем же руководством, но с гораздо большим количеством участников (всего 27) в странах Балтики.

Во главе угла сейчас стоит реализация перехода от конвенциональной практики к ЕРА с учетом поддерживающих государственных мер, которые могут облегчить переход. Исследование включает ряд аспектов агрономических методов, ряда модельных ферм и продолжающихся полевых опытов, а также эмпирических исследований предпочтений в питании и стиля потребления.

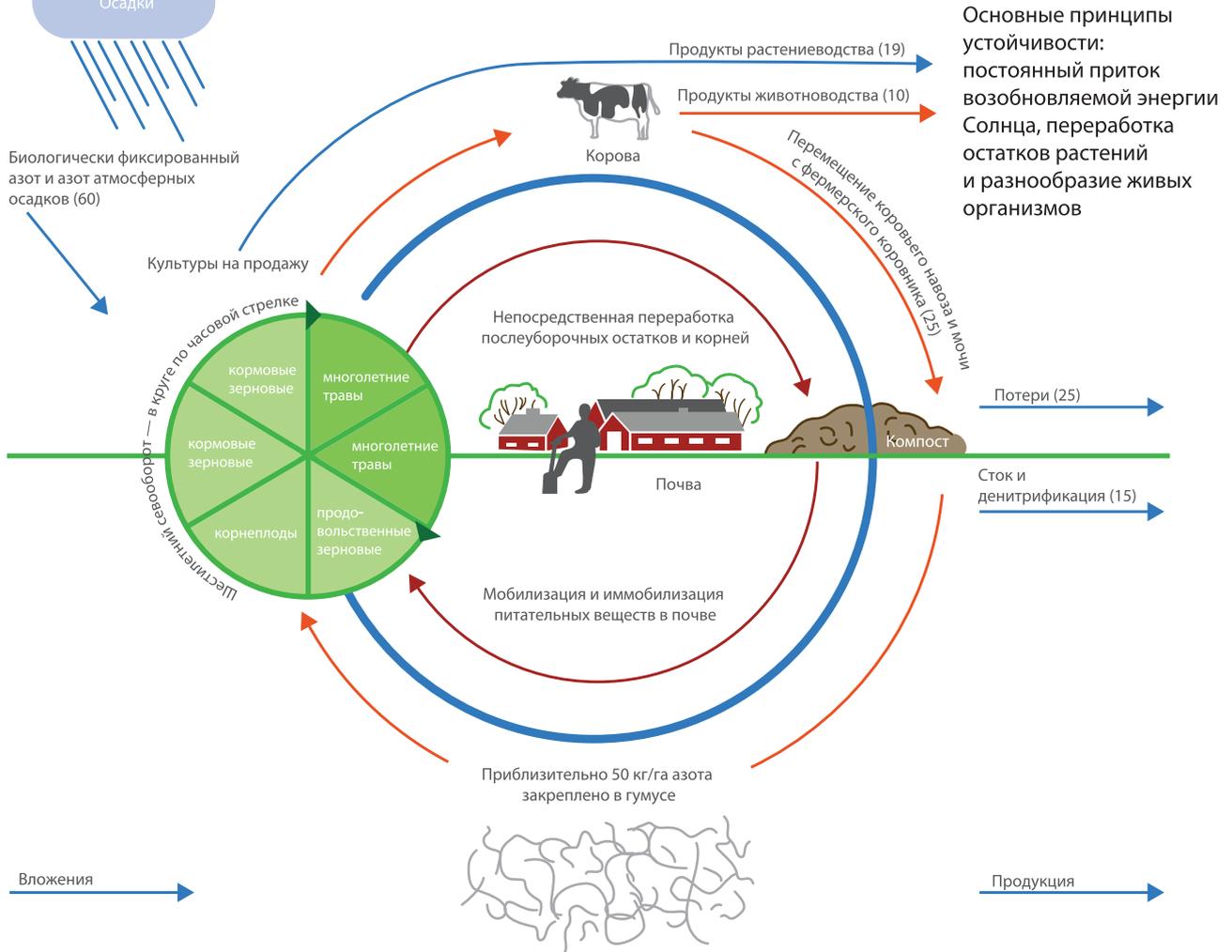
Фермерство Будущего — плод десятилетий исследования автором опыта органического сельского хозяйства. Он объясняет биологические, химические и физические принципы экологического безотходного сельского хозяйства с замкнутым кругооборотом, методы, позволяющие получать высокую урожайность и хорошую прибыль, и последствия ЕРА для фермера, экологии, потребителя и общества в целом. Он предлагает целостный взгляд на экологические проблемы, связанные с конвенциональной фермерской практикой и роль сельского хозяйства в более широкой социальной перспективе с особым ударением на способы использования ресурсов и масштаб и структуру сектора, связанного с экологическим загрязнением.

Книга — важная часть работы, сделанной в рамках проекта «реализация БЕРАС» с целью распространить знания о применяемых новых методах и стимулировать переход на методы экологически устойчивого земледелия. Они применяются как в Швеции, так и в других странах нашего моря. По этой причине книга публикуется на шведском и на английском языках.

Пер Врамнер
Профессор экологических наук
COMREC, Coastal Management Research Centre
Sodertorn



Описание основных особенностей экологической безотходной фермы



Основные принципы устойчивости: постоянный приток возобновляемой энергии Солнца, переработка остатков растений и разнообразие живых организмов

Схема экологической безотходной фермы, основанной на притоке энергии от Солнца и от вторично переработанных ресурсов и на биологическом разнообразии. Здесь представлены три биоцикла: 1. Внутренний биоцикл, то есть односторонний оборот питательных веществ и органического вещества между почвой и культурами, чьи корни и послеуборочные остатки постоянно возвращаются в почву, где вносят свой вклад в образование нового органического вещества и минерализацию питательных веществ для получения продукции следующих лет. 2. Севооборот (для шестилетнего цикла): последовательность культур целенаправленна. Злаково-бобовая смесь, состоящая из трав и бобовых типа люцерны и клевера, используется на корм скоту; биомасса, которую они создают, и атмосферный азот, который они аккумулируют, обогащают почву гумусом. Следующие за ними злаковые культуры, кормовые и корнеплоды истощают почву; в процессе севооборота разлагается гумус больше, чем синтезируется в почве. 3. Большой цикл: большая часть урожая фермы используется на корм скоту, на схеме это символизирует корова. Моча и навоз животных, богатые питательными веществами и способствующие образованию гумуса, возвращаются в почву в виде компоста и рационального внесения навоза для обогащения почвы питанием. Цикл состоит из четырех элементов, среди которых почва и ее живые организмы (в таком количестве, как, например, тонна дождевых червей на га) стоят на первом месте среди ресурсов. В центре всего — фермер, который, применяя правильные методы, может увеличить продуктивность земли, качество получаемых им продуктов, а также здоровье животных фермы и, заодно, людей. Мы все играем роль.

Источник: Granstedt, A(1992) The potential for Swedish farms to eliminate the use of artificial fertilizers. American Journal of Alternative Agriculture 6:3:122-131.

ВВЕДЕНИЕ

Каждой минутой нашей жизни, каждым дыханием мы обязаны той пище, которую мы едим. Хлеб, овощи, мясо и молочные продукты — все это берет начало в культурных растениях, растущих на почве. Сегодня нас уже семь миллиардов, живущих на одной планете — в следующие 30 лет (довольно небольшой отрезок времени, который переживет большинство из живущих сейчас людей) на планете Земля появится еще 2–3 миллиарда ртов, требующих еды. Перед нами стоят сразу две проблемы: кормить быстро растущее население достаточным количеством питательных продуктов и экономия невозобновляемых ресурсов, чтобы остановить истощение основы всех остальных ресурсов — плодородной почвы и жизни растений, которую она поддерживает. Поток солнечной энергии через жизненные процессы в зеленых растениях поддерживает экосистему Земли и создает возобновляемые ресурсы, от которых зависит наше существование. Сельское и лесное хозяйства создают продукцию, а также они владеют основой нашего существования — пахотной плодородной почвой. Современные методы ведения фермерского и лесного хозяйства создают угрозу для экологического будущего планеты. Так что это буквально вопрос «жизни и смерти» для каждого из нас.

В книге обсуждаются экологические преимущества устойчивого земледелия и, следовательно, устойчивого существования. Используя примеры недавней истории, она описывает, как человечество нарушило фундаментальные законы Природы, которые поддерживают нашу жизнеспособность в течение долгого времени, что привело к кризисам, таким как увеличение энтропии и истощение природных ресурсов. Но она также описывает, как мы можем остановить нарушение законов Природы и перейти к высокопродуктивному земледелию и лесному хозяйству, основанным на местных и возобновляемых ресурсах, чтобы не истощать, но, наоборот, повышать плодородие почвы. У нас есть необходимые знания и мы можем сделать это, если мы обладаем волей. Это значит, что мы не дадим ослепить себя легкими решениями. Этот выбор означает подход с точки зрения биологии, экономики и политики, а также опирается на практические примеры устойчивого фермерства и устойчивого потребления продуктов.

Фактическую основу книги составляют результаты многих лет исследований и изучения того, как органические фермы могут быть организованы, чтобы стать реально устойчивыми и дружелюбными к окружающей среде. Между 2003 и 2006 годом эти исследования проводили совместно около 50 исследовательских колледжей в странах, примыкающих к Балтийскому морю, в рамках проекта БЕРАС (Балтийское Экологическое Безотходное Земледелие и Общество). С конца 2008 года проект был продолжен в форме «результаты БЕРАС» и продолжался до 2013 года. Были собраны данные по 48 органическим фермам в восьми странах ЕС, примыкающих к Балтийскому морю, которые удовлетворяют требованиям, отвечающим критериям настоящей устойчивости и экологичности. Фермы демонстрируют, как фермерство в этих странах может быть организовано в будущем. Были изучены также другие звенья в цепи условий, связанных с продовольственным снабжением. Исследования показали, как местные производства, небольшие расстояния для перевозок, модифицированные диеты и организованное на фермах производство биогаза могут существенно смягчить негативное влияние на климат. БЕРАС-проект, финансируемый грантами ЕС, был изложен в национальных и интернациональных докладах.

Фермеры, студенты-агрономы и все, кто хочет больше знать о предмете этой книги, найдут в ней примечания и сноски, отсылающие читателя к источникам в литературе и научных работах. Во врезках на полях страниц наглядно представлены общие положения и основные детали.

ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ

Как возникают хорошо сбалансированные условия, делающие жизнь возможной и позволяющие растениям связывать солнечную энергию и превращать ее в питание для других живых организмов в вечном круговороте углерода, кислорода, водорода и азота, остается для нас тайной. Может быть поэтому за прошедшие 150 лет человеческая активность ухитрилась нарушить это равновесие до такой степени, что глобальная экосистема изменилась.

Живая земля, биосфера, окружает нашу планету, как тонкая мембрана. В этой мембране или «коже» поддерживается тонкое равновесие химических, физических и климатических условий, которое делает жизнь возможной. Примечательная вещь в отношении жизни (в противоположность минеральной сфере) то, что живые существа способны к самоорганизации и созданию условий существования друг для друга. Жизнь создает порядок и все более сложные структуры. Начиная с простых одноклеточных организмов, происходила дифференциация, направленная на усложнение органов и функций, что привело к возникновению более высоких порядков животных, включая человека. Когда жизнь приходит к концу и живой организм умирает, его организм разлагается до минеральных элементов, принадлежащих неорганическому миру. Жизнь может происходить только от жизни, и наследуемые характеристики каждого вида уникальны и незаменимы. Та отрасль науки, которая связана с живыми организмами и их взаимодействием друг с другом и с окружающей средой, называется экологией.

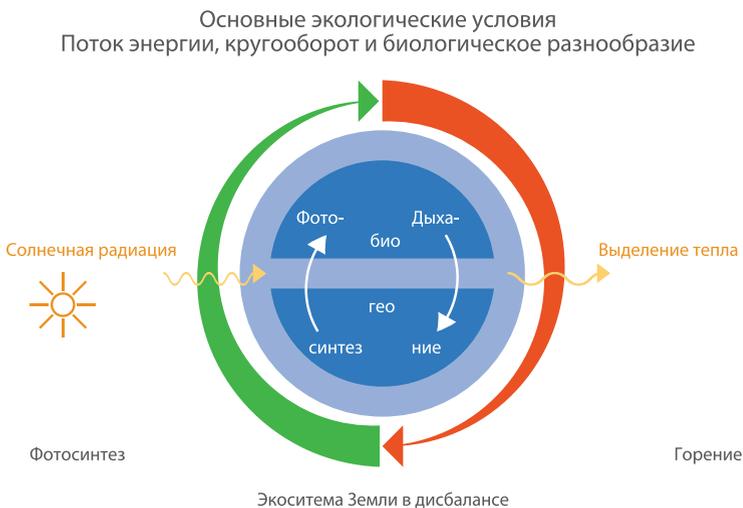


Рис. 1. Взаимодействие между живыми и неживыми элементами в экосистеме почвы. Солнечный свет достигает Земли в виде интенсивной коротковолновой энергии и включает биологические процессы. В процессах фотосинтеза материя трансформируется из простых неорганических веществ неживой (абиотической) «гео»сферы в комплекс богатых энергией органических веществ «био»сферы. В результате процесса выделяется длинноволновая тепловая энергия, которая рассеивается в пространстве. Энтропия снижается и порядок увеличивается в первом процессе (фотосинтез), в то время как разложение органического вещества (выдыхание) ведет к увеличению энтропии, разупорядочиванию и высвобождению использованной материи. Сегодня последний процесс преобладает благодаря нашему использованию энергии топлива (то есть запасенному солнечному свету), уничтожению лесов и деградации почвы (по: Хубендик 1985)¹.

¹ Hubendick 1985. Människoekologi. Gidlunds förlag, Stockholm.

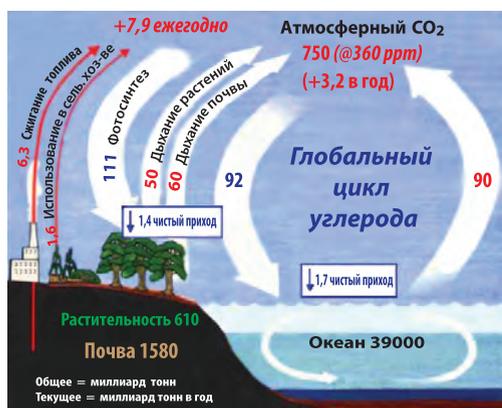


Рис. 2. Глобальная циркуляция углерода между почвой, воздухом и морем. В сбалансированной системе количество углерода, связанного путем фотосинтеза, равно количеству, освобождающемуся при сгорании. Это равновесие сегодня нарушено. Эксплуатация запасов углеродного топлива (нефть, уголь, газ) и общее снижение запасов углерода как в почве (деградация гумусового слоя), так и в глобальной биомассе (уничтожение лесов) означает, что сегодня в атмосферу уходит на 6 миллиардов тонн углерода (в форме углекислого газа) больше, чем связывается фотосинтезом. Каждый из нас принимает непосредственное участие в этом биоцикле. Мы, как и любое другое животное, существуем благодаря растениям, которые мы потребляем, и воздуху, которым мы дышим.

Источник: (с разрешения д-ра В. Клинга, Ун-т Мичигана, США).

Солнечный свет, вода и зеленые растения — основа жизни

Около одного процента солнечной энергии, падающей на растительность планеты Земля, связывается в процессе фотосинтеза. Солнечный свет ассимилируется хлорофиллом в листьях растений. Энергия связывается в форме высокоэнергетических органических веществ, которые снабжают питанием другие живые организмы, при этом как побочный продукт выделяется необходимый для жизни кислород. Растения являются основанием всей пищевой цепи. Они регулируют движение воды и защищают плодородный верхний слой, а отмершие остатки растений постепенно превращаются в плодородную почву, которая снабжает питанием новые молодые растения.

Необходимое условие фотосинтеза — вода. Энергию растений генерирует разложение воды, H₂O, на составляющие водород и кислород. Водород затем реагирует с двуокисью углерода и образует углеводы, кислород освобождается и уходит в воздух.

При дыхании и сгорании вещество распадается на составляющие его элементы; кислород снова соединяется с водородом углеводов и образует воду. Двуокись углерода выделяется в атмосферу и снова генерируется энергия, но на это раз в виде низкоэнергетического тепла, которое рассеивается в пространстве. Фотосинтез и дыхание — два наиболее значительных процесса, делающих жизнь возможной (рис. 1).

Бесконечные циклы использования и вторичного использования

Для всех живых организмов характерны циклические процессы, причем отдельные вещества снова и снова используются в повторяющихся циклах. Процессы питаются солнечной энергией. Основные элементы — углерод, кислород, водород и азот усваиваются из воздуха и воды, чтобы включиться в вещества и метаболические процессы живых клеток (рис.1). Почва — источник минералов: фосфора, калия, кальция, серы, магния и ряда важнейших микроэлементов, принимающих участие в жизненных процессах и синтезе органических веществ. Два ключевых элемента в необходимых для жизни веществах — углерод, содержащийся в атмосфере в очень низкой концентрации (0,04%) в виде углекислого газа, и азот, составляющий значительную часть атмосферы (78%).

Углерод — строительные блоки и источник энергии

Растения ассимилируют углерод из углекислого газа воздуха, а в воздух выделяют кислород. Углерод входит в состав углеводов, снабжающих энергией живые организмы, и в то же время является жизненно важной составной частью структуры всех органических веществ. Химия углерода — это в то же время

химия жизни. В процессе выдоха углерод возвращается в атмосферу в виде углекислого газа. Воздух в настоящее время содержит 0,039% CO_2 , что составляет во всем объеме атмосферы, окружающей нашу планету, в целом 780 миллиардов тонн. Около 15% запасов атмосферного углерода Земли каждый год ассимилируется растительностью. В результате этого процесса концентрация увеличивается от около 0,04% в воздухе до приблизительно 50% в органическом сухом веществе. Было подсчитано, что весь углерод, содержащийся в атмосфере Земли, через цикл вдыхания и выдыхания проходит через наземные организмы за семь лет (рис. 2).

Мы по настоящему не знаем, как на нашей планете устанавливается и поддерживается тот баланс условий — температура, вода, воздух, питание, — который необходим для существования жизни. Но зато мы знаем, что человеческая активность изменила баланс за прошедшие 150 лет так, что это вызвало глобальные последствия для экосистем нашей планеты. Один пример — увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере. Несмотря на его низкую концентрацию в атмосфере любое даже незначительное увеличение оказывает ощутимое влияние на климат. Баланс между выделением CO_2 при сгорании топлива и поглощением в процессе фотосинтеза должен быть восстановлен, а это означает, что мы должны соответственно адаптировать наше потребление энергии, чтобы избежать глобального повышения температуры.

Азот необходим всем живым существам

Биоциклы азота — ключи жизни. Они так же жизненно необходимы, как фотосинтез и дыхание. Азот — доминирующая составная часть атмосферы: 78% воздуха, которым мы дышим, — газообразный азот, состоящий из двух атомов азота, прочно связанных молекулярными связями. В естественных условиях эти атомы азота не реагируют с другими атомами в отличие от так называемого реактивного азота, входящего в состав различных химических соединений. Когда азот нагревается под высоким давлением с водородом, образуется аммиак, NH_3 (процесс Хабера). Окисленный аммиак продуцирует азотную кислоту. Аммиак и азотная кислота высокореактивны и интенсивно используются в химической промышленности и в производстве минеральных удобрений. Селитру когда-то получали, используя азотные соли, образующиеся в коровьем навозе. Реактивный азот в селитре — незаменимый ингредиент пороха, используемого в вооружении Запада для создания их империй, а также входит в состав взрывчатых веществ, используемых в горном деле.

Как и углерод, азот — необходимый элемент в составе живых существ. В то время, как углерод поддерживает структуру



Химия углерода —
это в то же время химия жизни

живых существ, азот входит в состав белков, участвующих в процессах, благодаря которым клетки живут, синтезируют новые белки и размножаются. Азот — основной элемент в составе аминокислот, белков и нуклеотидов, необходимых для генетических и энергетических систем. Он входит также в состав хлорофилла, осуществляющего в растениях фотосинтез. Системы ферментов в живых организмах состоят из белков. Аминокислоты, без которых невозможна жизнь, образуются из неорганического аммиака и ионов нитратов, которые растения поглощают из почвенного раствора. Эти самоорганизующиеся процессы означают, что жизнь может происходить только от жизни. Фотосинтез — процесс, благодаря которому солнечная энергия улавливается хлорофиллом, содержащим азот, а также осуществляемая за счет солнечной энергии фиксация атмосферного азота — примеры того, что процессы жизни переплетаются с процессами в индивидуальных организмах и во взаимодействиях между организмами.

Часть белков, которые мы и животные усваиваем из пищи, разлагается, так что аминокислоты, которые первоначально были синтезированы в растениях, идут на построение белков тел животных. Значительная часть содержащихся в пище человека белков разлагается довольно полно, так что мы можем использовать заключенную в них энергию и элементы питания. В процессе пищеварения азот, связанный в белках, освобождается в виде минеральных азотных соединений в наших телесных выделениях (фекалии и моча).

Аналогично углерод и азот составляют важнейшие элементы гумуса. В естественных условиях (в биосфере) азот находится в небольших количествах, несмотря на его неограниченные запасы в окружающей Землю атмосфере. Это объясняется тем, что для превращения молекул атмосферного азота в реактивные аммиак и нитраты, которые входят в состав различных химических соединений, участвующих в жизненных процессах, требуется большое количество энергии.

Один литр нефти на каждый килограмм азота

Производственные процессы, с помощью которых человечество может использовать азот воздуха, требуют энергии в количестве один литр нефти (40 МДж) на каждый килограмм получаемого азота. Такое количество сжигаемого топлива оказывает парниковый эффект, эквивалентный 3 кг CO_2 , а кроме того выделяется закись азота (N_2O , так называемый веселящий газ), имеющий потенциальную способность изменять климат, превосходящую способность CO_2 . В настоящее время разрабатывается новая технология, которая может значительно уменьшить эмиссию CO_2 .

В Природе требующая энергии фиксация атмосферного азота осуществляется за счет использования солнечной энергии. В этом



Азот — основной элемент в составе аминокислот, белков и нуклеотидов, необходимых для генетических и энергетических систем

случае азот улавливается биологически за счет выделяющейся при фотосинтезе энергии. Биологически доступный аммиак создается на клеточном и молекулярном уровнях, не требуя заводов, топлива и не образуя влияющей на климат эмиссии.

Теперь мы знаем, что биологическая фиксация азота происходит в живых клетках с помощью нитрогеназы, фермента, способного расщеплять молекулу атмосферного азота, в результате чего образуется реактивный азот аммиака, служащий предшественником для синтеза аминокислот и затем белков растений. В почве есть также свободно живущие азотфиксаторы, использующие в пищу продукты разложения отмерших растений. Есть также организмы, живущие в симбиозе главным образом с видами бобовых, а также с некоторыми другими видами. За счет фотосинтеза растение-хозяин связывает солнечную энергию, которая в форме сахаров транспортируется в клубеньки и включает процесс разложения азота. Самый большой вклад азота в глобальную экосистему заключается в метаболической фиксации газообразных окислов азота морскими цианобактериями и планктоном. Меньшее количество атмосферного азота расщепляется молниями, в результате чего образуются оксиды нитрита, которые растения могут метаболизировать.

Важно различать различные формы азота в окружающей среде:

1. Нерактивный атмосферный азот (N_2).
2. Реактивный минеральный азот, ионы которого могут растворяться в почвенной воде (NH_4^+ , NO_3^-), или в воздухе, как аммиак (NH_3) или газообразные нитросоединения (NO_x).
3. Органически связанный азот в биомассе (в гумусе и в живых организмах).

Азот в форме, доступной растениям, играет большую роль во всех жизненных процессах в сфере растений. Он снабжает питанием все живые организмы, и Природа нашла способ обеспечить его запас. Недостаток азота сдерживает рост; листья растений желтеют и фотосинтез прекращается. Избыток азота в почве приводит к избытку азота в растениях, а это вызывает слишком быстрый рост. Слишком высокое содержание азота нарушает равновесие и может вызвать недостаток других элементов питания в растении. Растение становится слабым и теряет устойчивость к вредителям и болезням.

Вполне достаточно бобовых

Бобовые (горох, клевер и т. д.), которые фиксируют азот симбиотически в своей корневой системе, присутствуют в естественной растительности в количестве достаточном, чтобы обеспечить потребности других растений. Когда бобовые отмирают и разлага-



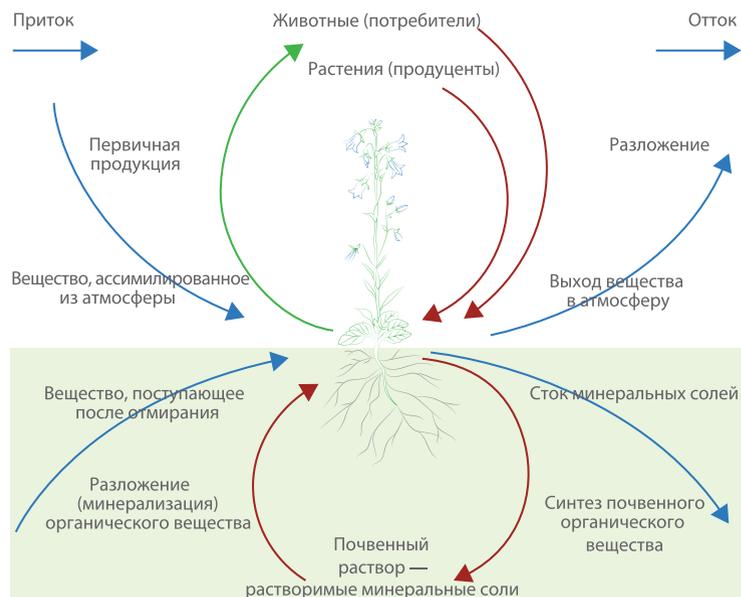
Биологически доступный аммиак создается на клеточном и молекулярном уровнях, не требуя заводов, топлива и не образуя влияющей на климат эмиссии

ются в почве, азот в их корнях становится доступным для других растений. За миллионы лет огромное количество азота аккумулировалось и сохранилось в почвенной биомассе, преимущественно в гумусе. На один гектар почвы, содержащей, например, 3% гумуса, приходится 5 тонн азота и 50 тонн углерода в верхнем слое глубиной 20 см.

В естественных экосистемах большинство растений не способны фиксировать азот. Они получают необходимый им азот из мертвого и перегнившего органического материала и из гумуса, распадающегося в процессе минерализации. Большая часть азота циркулирует в замкнутом кругообороте между живым, отмирающим и мертвым органическим материалом с незначительными потерями в окружающую среду. Процесс минерализации требует постоянного притока нового органического растительного материала и присутствия симбиотических фиксаторов азота. В среде морей и океанов эта потребность удовлетворяется азотфиксирующими цианобактериями в дополнение к органическому материалу, который поступает в моря из наземных экосистем.

Потоки азота в экосистемах могут быть разделены на два цикла: внутренний биоцикл и внешний био-гео-химический. Внутренний биоцикл осуществляется во взаимодействии между почвой и растениями; в нем азот из перегнившего растительного материала, экскрементов и гумуса может быть использован снова и снова. Внешний био-геохимический цикл осуществляется между биосферой и атмосферой, где азот фиксируется в биологических процессах и затем возвращается в атмосферу в виде газообразных соединений. В индустриальном обществе в воздух дополнитель-

Рис. 3. Внешний и внутренний циклы с участием растений как связующее звено между космосом, атмосферой и почвой. Только когда мы сеем в почву живое семя, для мертвой органической материи появляется шанс стать частью новой жизни. Углерод и азот из воздуха и минералы из почвы соединяются, чтобы образовать живую материю, более сложную и упорядоченную. Только жизнь может произвести жизнь. Жизнь питается энергией солнца, которая ассимилируется в процессах, осуществляемых хлорофиллом в зеленых листьях. Осенью, когда растительность вянет и отмирает, начинают свою работу организмы, вызывающие гниение. Часть органического материала превращается в почвенный гумус. Минерализация растительных остатков и гумуса почвы — это процесс, благодаря которому органический материал превращается снова в неорганический, дающий питательные вещества следующей весной и летом для возрождающейся растительности, которая с помощью солнечной энергии синтезирует питательные вещества для живых организмов. Все другие живые организмы живут за счет этой способности растений, а их остатки также неизбежно минерализуются и дают питание для почвы.



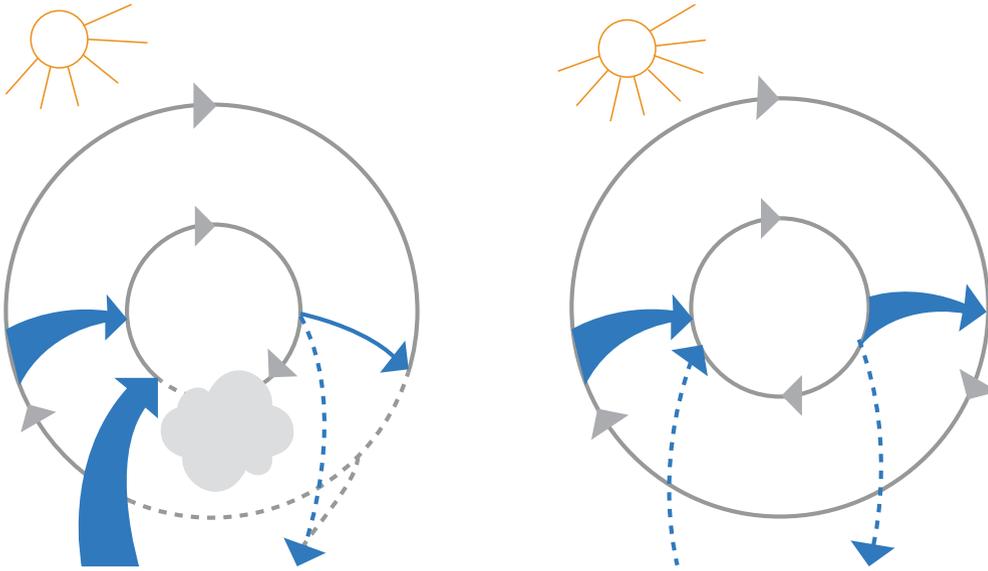
но попадают соединения азота (выхлопы двигателей внутреннего сгорания и продукты сгорания топлива), которые растения могут использовать. Кроме того, в почву искусственно добавляется азот, фиксированный в производственных процессах, в форме минеральных удобрений (соли нитратов).

Фосфор — преобразователь энергии в клетке

Фосфор жизненно необходим для всех организмов. Он необходим для синтеза углеводов, для снабжения клеток энергией и для генетической информационной системы всех живых организмов. Так же как и азот, фосфор циркулирует в замкнутых биоциклах между растениями, другими живыми организмами и почвой. Когда органическое вещество минерализуется в почве, освобождается связанный в нем фосфор. Сера, значительное количество которой содержится в организмах, также освобождается и возвращается в почву из разлагающихся растительных и других органических остатков. Другие минералы, циркулирующие таким же образом, — кальций, магний и целый спектр микроэлементов. В отличие от азота, который извлекается из атмосферы, фосфор и другие минералы поступают в биоциклы из выветривающихся горных пород. Почва содержит между 0,02 и 0,2 процента фосфора. В Природе фосфор содержится во всех почвенных минералах, которые постепенно разрушаются, и содержащийся в них фосфор превращается в фосфаты, доступные растениям. Невысокая скорость превращения лимитирует количество доступного фосфора до уровня, соответствующего потребностям естественной экосистемы. Недостаток фосфора возникает большей частью при нарушении циклического процесса превращений, а избыток растворимых фосфатов может возникнуть при ингибировании роста растений. Верхний слой почвы, с тремя процентами органического вещества, содержит 5 тонн азота на гектар и приблизительно одну тонну фосфора. Около 1 % этого фосфора минерализуется в течение летнего сезона и становится доступным растениям — в дополнение к тому, что освобождается из вносимых в почву органических удобрений.

Равновесие потерян

Существует два вида «циклов». С одной стороны — биогеоциклы, которые существуют в Природе, с другой стороны — сотворенные человеком технологические циклы (рис. 4 а и 4 б). Рисунок 4а иллюстрирует, что сотворенные человеком циклы только частично цикличны. Современное индустриальное общество резко изменило природные циклы углерода и азота, цикл фосфора и даже цикл серы. Добыча руды из недр Земли сопровождается производством вредных отходов, заметно влияющих на почву, воду и воздух. Кроме того, относительно



Рисунки 4а и 4б. Естественные био-геохимические циклы включают все вещества, содержащиеся в живых экосистемах, то есть углерод, кислород, азот и все минералы, которые можно обнаружить в живых организмах. Циклы в техносфере включают все вещества, которые человек может извлечь из Природы и использовать для производства предметов быта, инструментов, машин, транспортных средств, а также для строительства жилища и других структур. К этому добавляются все химические соединения и продукты, которые мы производим и используем. Рисунок 4а показывает, как металлы и минералы, не поддающиеся повторному использованию, аккумулируются в окружающей среде, рассеиваются как отходы на молекулярном уровне и в таком виде останутся в обозримом будущем. Рисунок 4б показывает, как все эти вещи могут быть повторно использованы и как таким образом можно снять все проблемы. Мы все учимся сортировать наши отходы и перерабатывать их, но нам предстоит долгий путь, пока мы достигнем действительно «Безотходного Общества». Громадное количество особенно вредных веществ непоправимо рассеивается и накапливается в окружающей среде. Пока мы не научимся хранить токсические вещества в безопасных, закрытых системах, они не должны быть разрешены.

недавно начали производить много новых химических веществ, для разложения которых естественная среда не подготовлена. Также Природа не подготовлена к генетически модифицированным организмам. Рисунок 4б изображает биоциклы, в которых осуществляется равновесие между синтезом и разложением и в естественных циклах, и в техносфере, что создает условия для повторного использования минералов и других веществ.

Даже в Древнем Риме

За прошедшие 10 000 лет человечество научилось оказывать влияние на естественные экосистемы — землю, флору и фауну, чтобы выращивать больше продуктов питания. Это изменило ландшафт. Окультуренный ландшафт имеет свою собственную экосистему, агроэкосистему. Она питается солнечной энергией и поддерживается человеческим трудом и осознанной регуляцией видов культур, животных и условий выращивания. История земледелия дает примеры и успехов, и ошибок, что имело последствия для питания населения и выражалось в подъеме и упадке цивилизаций. Когда самая богатая и могущественная в Средиземноморье Римская империя сегодня является примером того, что может произойти, когда общество истощает свои ресурсы. Неустойчивое фермерское хозяйство, экстенсивное выпасание скота и уничтожение лесов истощило природные ресурсы, на которых покоилась сила империи. Результатом явилась миграция населения и освоение новых территорий. Если мы отправимся в более ранние времена, мы найдем похожие примеры. Есть доказательства того, что древняя Месопотамия, часто называемая «колыбелью цивилизации»,

пришла в упадок, потому что почва потеряла свое плодородие и развалилась искусно придуманная система орошения, после чего некогда процветающая область между Тигром и Евфратом превратилась в соленое болото².

Сегодня используются почти все пригодные для окультуривания земли планеты. Земли, пришедшие в негодность из-за эрозии или потери гумуса, заменяются землями, на которых после вырубки лесов становится возможным земледелие, пренебрегая тем фактом, что леса также становятся невозобновляемым ресурсом. Во многих частях света эрозия пахотных земель развивается в угрожающих размерах. Первый пример — потеря почвы в Эфиопии, что обсуждалось на посвященной вопросам климата конференции Объединенных наций в Копенгагене. Столетие тому назад больше половины территории Эфиопии было покрыто лесами; сегодня леса занимают не больше 3% площади и более миллиарда тонн почвы смываются каждый год с некогда плодородного плоскогорья. Деградация почвы — главная проблема в развивающихся странах и также во многих других местах.

Динамический баланс между конструктивными и деструктивными процессами в Природе развивался в течение миллионов лет. В глобальных масштабах использование людьми почвы заняло относительно незначительное время. Это только последнее столетие, — и особенно последние 50 лет, — когда баланс между конструктивными и деструктивными процессами был нарушен человеческой деятельностью в такой степени, что это повлекло глобальные последствия. Конверсия нетронутых земель в сельскохозяйственные означает, что 60–70% планетарных запасов углерода в форме гумуса было выпущено в атмосферу³. Процесс разложения и высвобождения мировых запасов связанного углерода может быть остановлен. Агрономические системы, включающие несколько лет многолетних трав обладают значительным потенциалом для уменьшения эмиссии парниковых газов в атмосферу и существенно меняют направление процессов. Согласно исследованиям, проведенным в большинстве европейских стран, многолетние травы могут в течение длительного времени связывать 500 кг углерода (что эквивалентно 1850 кг в эквивалентах CO₂) на гектар в год⁴.

Д. Килинг начал измерять концентрацию двуокиси углерода (CO₂) в атмосфере в обсерватории Мауна Лоа, Гаваи, в 1958 году.

Помесячная концентрация двуокиси углерода

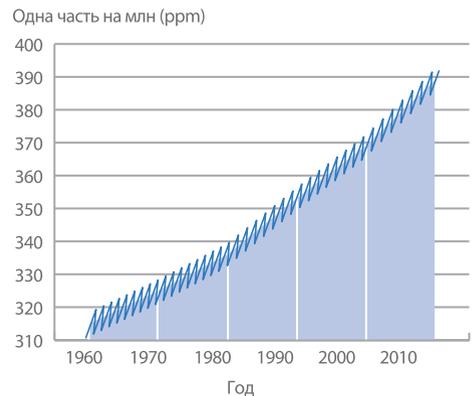


Рис. 5. Так называемая «кривая Килинга», названная так в честь ее автора, отображает увеличение концентрации CO₂ в атмосфере. Зигзаги на линии указывают на вариации, обусловленные сезонными изменениями вегетации. Растения в Северном полушарии уменьшают содержание углекислого газа в весенние и летние месяцы. Когда растения умирают и перегнивают (или теряют свои листья, которые перегнивают) осенью и зимой, концентрация двуокиси углерода снова повышается. Как говорит кривая, в атмосферу выделяется больше двуокиси углерода, чем могут поглотить растения. Причина — деятельность людей, и мы ощущаем все большие и большие экологические и экономические последствия этого вызванного людьми дисбаланса.

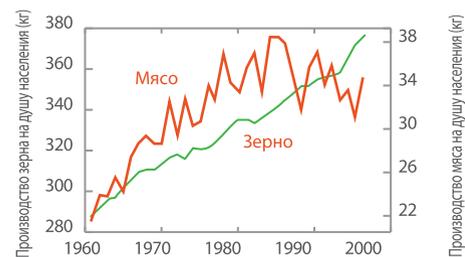
Последние данные Мауна Лоа: содержание CO₂ в атмосфере, март 2012 года — 394,45 ppm. Источник: U.S. Department of Commerce. National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA Research. March 2012. <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends>.

² Hans Furuhausen. 1974. Vårt dagliga bröd. Om folkförsörjningen under antiken [Our daily bread: On the supply of food in Classical Antiquity]. Folkfronts Förlag.

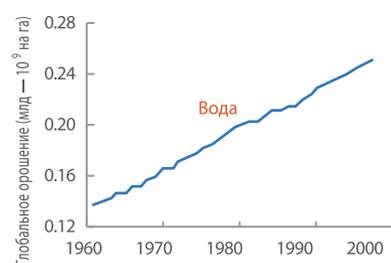
³ FAO, Mediacenter. 2011. Opening the door to carbon crediting, www.fao.org (27 September). Carbon storage. World Resource Institute, www.wri.org/publication/content/8272.

⁴ FAO, Mediacenter 27 september 2011. Opening the door to carbon crediting. www.fao.org. Carbon Storage. World Resource Institute. www.wri.org/publication/content/8272.

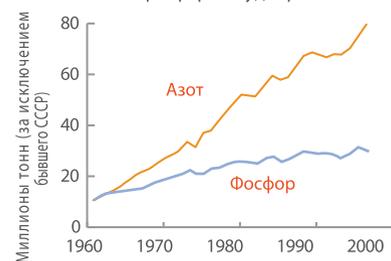
Глобальные тенденции в производстве зерна и мяса



Рост использования орошения



Общее глобальное использование азотных и фосфорных удобрений



Общее глобальное производство пестицидов



Рис. 6. Глобальные тенденции в производстве продуктов питания, использовании азотных и фосфорных удобрений, использовании орошения и общем производстве пестицидов. Источник⁵.

Устойчивое развитие: определение

Экология — это направление науки, которое сконцентрировано на взаимоотношениях в естественной среде и отношении естественной среды к деятельности человека. Экологи настойчиво предупреждают о вреде, который наносится окружающей среде, необратимом влиянии на биоразнообразие и неминуемом изменении климата. Самые первые предупреждения были высказаны в 1960-х годах такими учеными и писателями, как Рейчел Карсон в ее замечательной книге «Молчаливая весна», а в нашем регионе — Хансом Пальмстиерна⁶, Георгом Боргстромом в Швеции и Г. Хенриком фон Райт⁷ в Финляндии. Работы этих и других авторов привели к проведению первой международной конференции по экологии под покровительством Объединенных Наций в Стокгольме в 1972 году, где был организован ряд наднациональных органов с целью защиты окружающей среды. Что касается меня, я стоял в холле конференции около стенда, пытаюсь продать мои биодинамические и органические овощи, но делегаты слишком спешили и проходили мимо, не обращая на меня внимания.

В 1987 году тогдашний премьер-министр Норвегии Гру Харлем Брундтланд опубликовала доклад «Наше общее будущее» (8), в котором термин «устойчивое развитие» был определен следующим образом: «развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего, не уменьшая возможности будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности». Международная Конференция Экологии и Развития (UNCED), прошедшая в Рио де Жанейро в 1992 году, выработала первую глобальную программу действий для достижения устойчивого развития планеты с четко определенными пунктами. Программа действий, известная как Адженда 21⁹, с ее 40 главами, была принята и началась работа по формулировке важных международных конвенций в отношении изменения климата, биоразнообразия и десертификации. Через 10 лет следующая конференция проводилась в Йоханнесбурге, Южная Африка — глобальный саммит по устойчивому развитию во всех его аспектах: социальному, экономическому и экологическому.

⁵ Tilman, D., Cassman, Matson, K., Naylor, R. and Polasky, R. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. NATURE | VOL 418 | 8 AUGUST 2002 | www.nature.com/nature.

⁶ Palmstierna, H. 1968. Plundring, Svält och Förgiftning [Pillage, hunger and pollution]. Ordfronts förlag.

⁷ Georg Henric von Wright 1993. Myten om framsteget. Boniers Förlag.

⁸ Brundtland, G.H. 1987 Our Common Future. Oxford University Press. Oxford

⁹ United Nations, 1992. Earth Summit. Agenda 21: Programme of Action for Sustainable Development. The final text of agreements negotiated by Governments at the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), 3–14 June 1992, Rio de Janeiro, Brazil.

Очень большое значение будет иметь следующая конференция, Рио + 20, в июне 2012 года. Проект Балтийского моря, результаты БЕРАС, который будет представлен позже в этой книге, был приглашен туда для презентации.

Два градуса Цельсия — будет достаточно?

Обязательные показатели для национального снижения эмиссии изменяющих климат газов были означены в Киотском протоколе¹⁰ и сформулированы на саммите Объединенных наций по вопросам климата в 1997 году с целью выполнения решений, принятых на UNCED-конференции в Рио. Однако Протокол вступил в действие в 2005 году, когда Россия также подписала его. Согласно одобренным срокам, подписавшие Протокол промышленные страны брали обязательство уменьшить свои эмиссии в целом на 5,2% (рассчитано на основе эмиссии в масштабах всей страны за 1990 год) в период 2008–2012 годы. Николас Стерн, в прошлом главный экономист Всемирного банка, в 2006 году привлек внимание всего мира к вопросу изменения климата, когда он опубликовал доклад об экономических последствиях изменения климата и о цене нашей замедленной реакции перед поставленным им вызовом, выраженной в долларах и центах¹¹. Привлеченный затем к правительственной службе, он получил задание от тогдашнего премьер-министра Тони Блэра провести исследование. Сэр Николас определил цену вреда, вызванного изменением климата, равной 5–20% глобального валового национального продукта в 2050-м году. В его докладе было указано, что диспропорция в распределении цены вреда будет вызвана странами в более бедных частях мира, хотя они вносят наименьший вклад в проблему климата*.

Межгосударственная комиссия специалистов Объединенных Наций¹² считает ситуацию гораздо более критической, чем указано в Протоколе. Использование энергии топлива в таких странах как Китай, увеличилось быстрее, чем можно было предвидеть. Во-вторых, многие эксперты выражают беспокойство по поводу того, что указанный максимум парниковых газов в 550 ppm (вычисленный в эквивалентах CO₂) в атмосфере не будет достаточен для предотвращения глобального повышения атмосферной температуры выше +2°C (по отношению к темпе-

¹⁰ The Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change adopted 11 december 1997 at a climate summit conference held in Kyoto, Japan.

¹¹ Stern, N. 2006. "Stern Review on The Economics of Climate Change (pre-publication edition). Executive Summary". HM Treasury, London.

¹² The IPCC, a panel consisting of climate experts from 150 countries, was established in 1988 through a joint undertaking of the World Meteorological Organization and the United Nations Environment Programme.

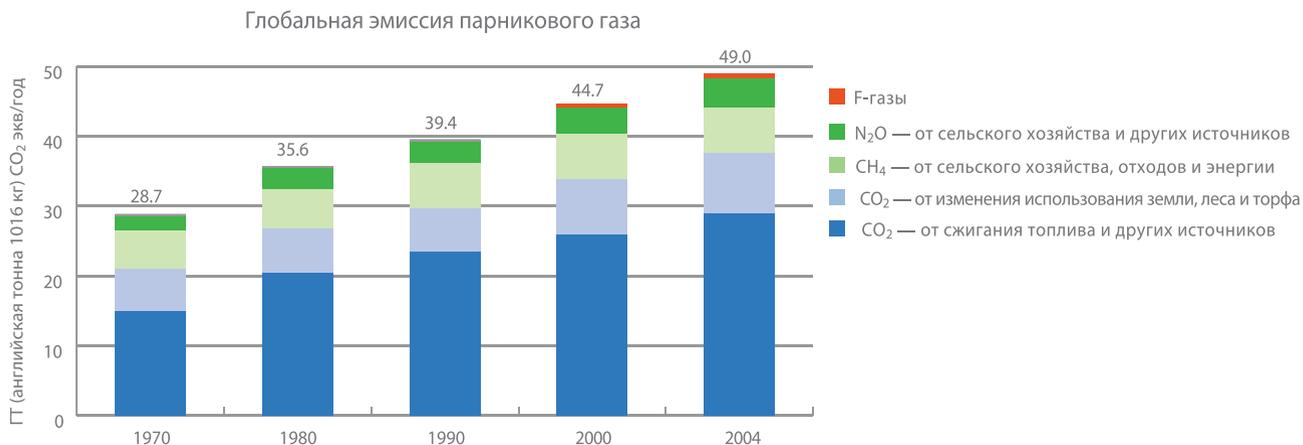
* European Parliament resolution on the outcome of the Copenhagen Conference on Climate Change (COP 15). <http://www.europarl.europa.eu/sides>.

ратуре доиндустриальной эры). Для достижения этой цели, как теперь представляется, достаточна максимальная концентрация 400–420 ppm, что равно сегодняшнему уровню. Более того, одобрение повышения температуры на два градуса некоторые исследователи ставят под вопрос, так как они предполагают, что даже такое повышение температуры вызовет неприемлемое негативное влияние на общество и экосистемы. В реальности мы должны были бы отметить некоторое снижение глобальной эмиссии парниковых газов, но, наоборот, она продолжает расти¹³. В момент написания этой книги вопрос климата оказался заслоненным финансовым кризисом в Европе. Отношение между истощением природных ресурсов в результате экстенсивного хозяйства, особенно в беднейших странах, и текущим экономическим кризисом в богатых странах с высоким уровнем потребления, заслуживает более пристального изучения.

Рис. 7. Глобальная эмиссия парниковых газов по следующему источнику: IPCC 2007. Эмиссия удвоилась за прошедшие 35 лет. Кроме CO₂, эмиссия метана и закиси азота («веселящий газ»), в первую очередь от сельского хозяйства, внесла значительный вклад в парниковый эффект. CO₂ составляет свыше 60% общей эмиссии парниковых газов, а общее количество углерода в них — 8 миллиардов тонн или 1,2 тонны на душу населения в год. Эмиссия в Швеции составляет 1,6 тонн на душу населения; в Норвегии, Дании и Финляндии эмиссия более чем вдвое превосходит средний глобальный уровень.

Само-интенсифицирующиеся процессы

Некоторые ученые считают риск изменения климата преувеличенным. Другие же считают, что изменение климата может идти гораздо более быстрыми темпами, чем мы предполагаем, как результат само-интенсифицирующихся механизмов. Эмиссия CO₂ в результате активности человека взаимодействует и оказывает влияние и на морские, и на многие наземные экосистемы. До сегодняшнего дня моря поглощали приблизительно полмиллиарда тонн углерода из роста эмиссии CO₂, но их буферная способность снижается по мере того, как вода приобретает все более кислую реакцию (последствие поглощения CO₂). Таким образом, все более возрастающая доля эмиссии остается в атмосфере и влияние на климат интенсифицируется. Было



¹³ See European Parliament resolution on the outcome of the Copenhagen Conference on Climate Change (COP 15). <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=MOTION&reference=B7-2010-0070&language=EN>.

установлено, что арктический лед тает быстрее, чем ожидалось, и это стимулирует начало других само-интенсифицирующихся процессов, таких как уменьшение области вечной мерзлоты.

Шесть парниковых газов и классов газов включены в Киотский протокол: двуокись углерода (CO_2), метан (CH_4), закись азота (N_2O), фтористоводородный карбонат (HFCs), истощающе фторированный углерод (PFCs), шестифторид серы (SF_6). Другие существенно влияющие на климат газы — пар и озон.

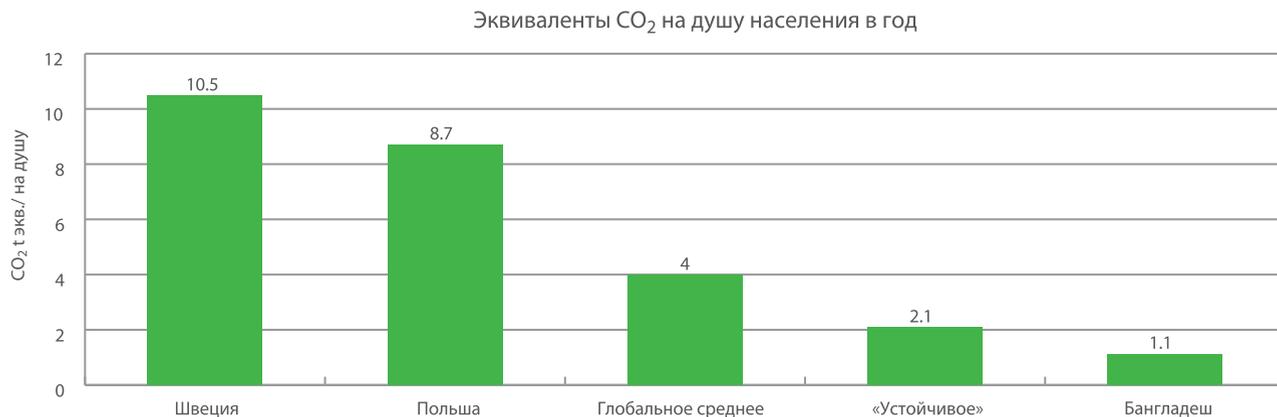
Парниковые газы ослабляют отражение солнечного тепла в космос и это вызывает потепление климата. Единица «эквивалент CO_2 » используется, чтобы проводить расчеты кумулятивного эффекта эмиссии всех парниковых газов. Иногда эмиссия выражается не в количестве CO_2 , а в количестве углерода. Один килограмм углерода в форме двуокиси углерода эквивалентен 3,67 кг CO_2 .

В 1989 году основные положения, описывающие предварительные условия для экологически устойчивой жизни на Земле, были сформулированы шведским онкологом и экологом д-ром Карлом Хенриком Робертом в диалоге с пятьюдесятью специалистами ряда различных дисциплин из стран всего мира. В результате этой работы были утверждены так называемые «Системные условия», платформа, получившая признание многих сторон. Эти условия следующие:

1. природа не является объектом для систематически растущих концентраций веществ, извлекаемых из недр Земли;
2. природа не является объектом для систематически растущих концентраций веществ, произведенных как отходы общества;
3. природа не является объектом для систематически растущей деградации за счет физических средств;
4. люди не являются объектом для условий, которые систематически подрывают их способность удовлетворять свои потребности¹⁴.

Рис. 8. Эмиссия парниковых газов, производимых деятельностью людей, на душу населения по отношению к потреблению (нетто эффект, принимающий во внимание импорт и экспорт), выраженная в эквивалентах CO_2 , обусловленная повышением температуры на два градуса Цельсия: в некоторых странах, глобальное среднее и уровень, предполагаемый при устойчивом развитии.

Источник: Carbon footprint of nations. Environmental Science & Technology 43:16 (2009).



¹⁴ <http://www.thenaturalstep.org/en/the-system-conditions>



Последние 100 лет отличаются тем, что человеческая деятельность начала влиять на динамические процессы в экосистемах в глобальном масштабе

Некоммерческие организации, сформировавшиеся вокруг работ д-ра Робертса, продолжают диалог с отдельными личностями и с компаниями относительно тех шагов, которые могут быть предприняты для достижения устойчивости в соответствии с этими основными условиями.

Планетарные границы стабильности

В течение последних 10 000 лет наши планетарные системы гарантировали, что отклонения в температуре земной атмосферы, водные ресурсы, осадки и потоки ключевых биологических веществ останутся достаточно стабильными в тех довольно узких рамках, внутри которых возможна жизнь. В исторической перспективе, даже небольшие изменения средней температуры и осадков вызывали кризис и массовые миграции. Последние 100 лет отличаются тем, что человеческая деятельность начала влиять на динамические процессы в экосистемах в глобальном масштабе.

В 2009 году группа из 28 всемирно известных ученых под руководством Йохана Рокстрёма из Стокгольмского реабилитационного центра и Вилла Стефена из Института климатических изменений Австралийского национального университета (Канберра) опубликовала статью в журнале Nature, предлагающую полный набор методов, с помощью которых мы можем определить, что мы можем делать и что мы должны избегать делать, чтобы не перейти через лимитирующие границы, которые может выдержать наша планета. Только если мы останемся в пределах этих границ, само-регулирующиеся системы, на которые мы рассчитываем, будут продолжать функционировать¹⁵. Были определены пороговые значения для девяти биохимических процессов, инициированных человеческой активностью: изменяющая климат эмиссия в атмосфере, уменьшение озонового слоя, изменение в использовании земли (окультуривание новых земель), использование чистой воды, потеря биоразнообразия, увеличение кислотности океана, сток азота и фосфора в наземные системы и море, аэрозоли в атмосфере и загрязнение синтетическими токсинами. В трех из этих факторов — изменяющей климат эмиссии, азотной и фосфорной нагрузке на среду и потере биоразнообразия — мы уже превзошли лимиты в такой степени, что, тревожится автор, мы уменьшили нашу перспективу на выживание.

Йохан Рокстрём недавно опубликовал статью в шведской ведущей ежедневной газете, в которой он призывает шведских политиков :

¹⁵ Rockström, J et al. (2009) A safe operating space for humanity. Nature 461:472-475. See also: http://en.wikipedia.org/wiki/Planetary_boundaries#The_nine_boundaries.

«Совершенно необходимо реформировать нашу мировую энергетическую систему, а также сельское хозяйство. Иначе мы рискуем будущим развитием человечества. Мы достигли точки, где мы превзошли некоторые границы способности Земли регенерировать социальное и экономическое развитие в течение длительного времени. Мы стоим перед угрозой не только климатического кризиса, но кризиса всей глобальной экосистемы. Ситуация требует объединения усилий в глобальном масштабе»¹⁶.

Статья Рокстрёма не обсуждает, каким путем сельское хозяйство должно быть реформировано. В ответ на его обращение я написал статью под названием: «Как уменьшить влияние климата на наши продукты питания», которая была опубликована в интернете два дня позже¹⁷. Тема этой статьи та же, которой посвящена большая часть этой книги.

Использование энергии топлива должно быть снижено на 80 %

Мы должны восстановить баланс между потреблением и вторичным использованием природных ресурсов. Источник энергии будущего — Солнце; мы уже извлекаем из нее пользу, благодаря процессам в растениях (фотосинтез), а также в технических разработках, использующих солнечную энергию непосредственно, и энергии, производимой ветром и водой. Короче говоря, наша задача — реформировать всю нашу производственную активность и стиль жизни, установившийся в Европе, Северной Америке и других индустриальных регионах в продолжении XX века, для которого характерно расточительное использование энергии и ресурсов. Более того, мы должны довести процесс реформирования до местного уровня.

В северной Европе живет около 20 % населения мира, которое использует 80 % наиболее важных ресурсов планеты; мы также ответственны за соответствующую долю глобального загрязнения среды. Если права большая часть ученых, изучающих мировой климат, в нашем распоряжении остается всего несколько десятилетий, чтобы завершить конверсию на возобновляемые источники энергии. Если мы должны остановить подъем температуры до максимальных двух градусов Цельсия, как говорят эксперты IPCC, глобальное использование энергии топлива должно быть уменьшено приблизительно на 80 % в течение следующих 30 лет. Как мы обрабатываем землю и что мы едим, играет в этом отношении ключевую роль (рис. 5).



Рис. 9. Планетарные границы, Йохан Рокстрём: Источник: Stockholm Resilience Centre (недавно опубликовано в Nature).

¹⁶ Rockström, J (2011) 2011 blir ett viktigt år för en global framtid [2011 will be an important year for our global future]. Dagens Nyheter January 23.

¹⁷ Granstedt, A (2011) Så elimineras matens belastning på klimatet [How to eliminate the climate impacts of our food]. Dagens Nyheter (internet edition) January 26.

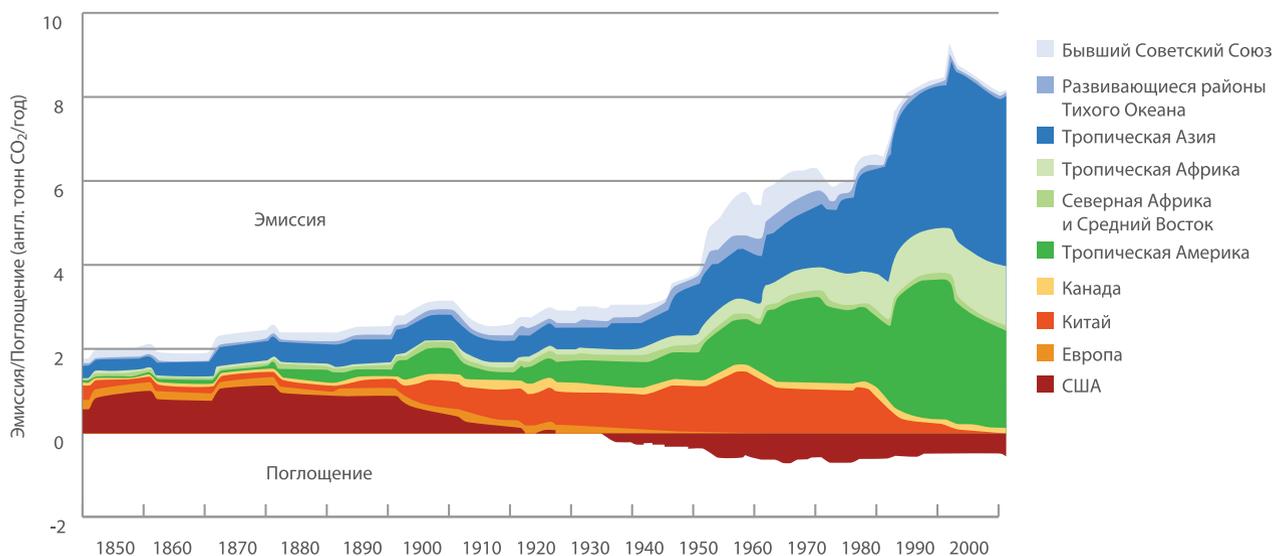
В дополнение к растущей эмиссии в атмосферу заключенного в топливе и органически связанного в почве углерода разрушение нами азотного цикла также имеет критическое значение для глобальной экологии будущего. Слишком много азота приводит к увеличению эмиссии потенциально способных изменять климат агентов, «веселящий газ», N_2O , и увеличивает содержание в воде нитратов, которые уже отравляют пресную воду в регионах интенсивного земледелия. Эмиссия азотных и фосфорных соединений приводит к эвтрофикации рек, озер и моря.

Чтобы быть уверенными, что наша планета будет пригодной для обитания последующих поколений, мы должны следить за тем, чтобы важнейшая основа нашего существования — пахотная земля — обрабатывалась таким образом, чтобы ее плодородие сохранялось и возрождалось.

В настоящее время мы все делаем наоборот. Порядка одной пятой ежегодного увеличения атмосферного углерода определяется тем фактом, что количество органического вещества лесов и пахотных земель постоянно падает (рис.10). Мы должны снова учиться тому, как основать наше существование на регенеративных силах растительного мира путем правильного использования почвы и растений с помощью соответствующих практических методов земледелия и лесоводства. Ресурсы растительного мира, который поглощает углерод из атмосферы и связывает его, сжимаются в результате нашего пренебрежительного отношения к нашей планете, несмотря на то, что та же планета должна поддерживать быстро растущее население.

Рис. 10. Определенные 15–20% ежегодного увеличения атмосферного CO_2 могут быть отнесены за счет уничтожения лесов и разложения гумуса. Глобальные запасы гумуса и площадей, покрытых вегетирующей растительностью, уменьшаются.

Зависимость поглощения и эмиссии CO_2 от изменений в использовании земли между 1850 и 2000 годами
Отрицательная эмиссия (поглощение) после 1940-х объясняется главным образом увеличением площади лесов в США (0,4 англ. тонн CO_2 /год в 2000 г.) и Европе (0,07 англ.тонн CO_2 /год в 2000 г.). Подъем в 1990 г. связан с лесными пожарами в Индонезии



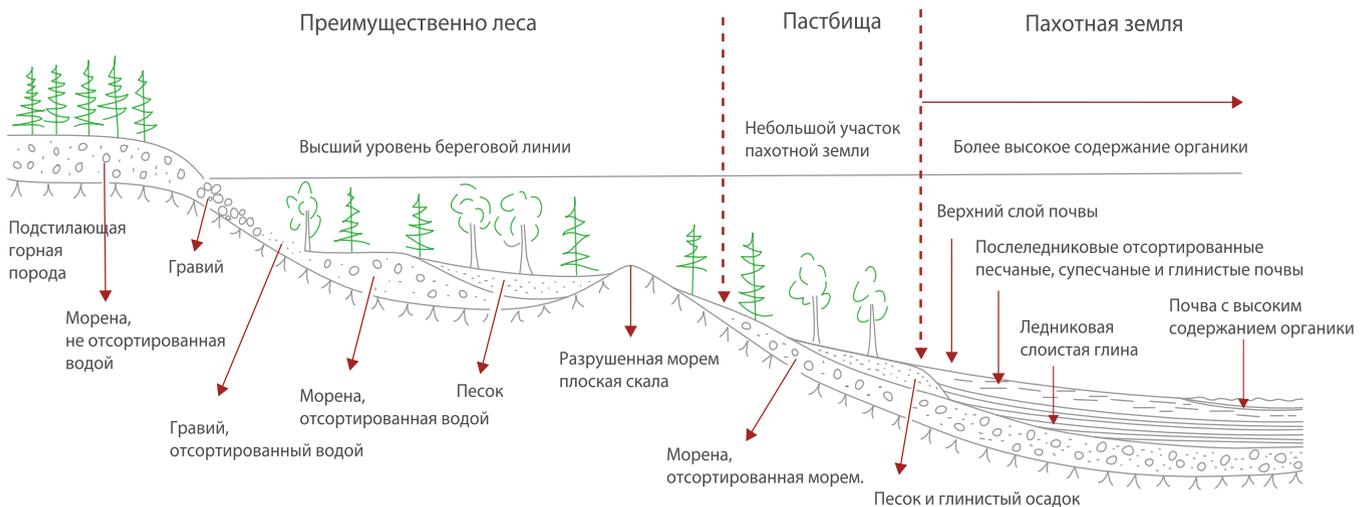
Живая земля

Пахотная почва — это продукт множества процессов, включающих органические и неорганические материалы, взаимодействующие с подстилающей горной породой. Верхний слой почвы состоит из тонкой смеси минералов из выветривающейся горной породы и органических веществ растительного и животного происхождения. Даже на поверхности голы скалы мы находим то, что представляется нам как простейший зеленый организм — лишайник. Лишайник состоит из грибов, живущих в симбиозе с фотосинтезирующими микроорганизмами — водорослями или цианобактериями, — и может фиксировать атмосферный азот. Благодаря симбиотическим взаимоотношениям эти организмы способны преодолеть лимитирующие границы выживания. Они получают энергию от Солнца и питание — из воздуха и воды. Они образуют углеводы и белки для поддержания своих жизненных функций и они начинают выветривание поверхности камня. По прошествии миллионов лет камень, гравий и продукты разрушения превратились в почву, которая может обеспечить рост более высокоразвитых растений и растительных сообществ.

Минеральная почва

Чисто минеральная почва состоит исключительно из продуктов выветривания горной породы. Подстилающая почву порода постоянно разлагается под действием воды, воздуха и изменения температуры, а также под действием живых организмов. Некоторые минеральные вещества переходят в форму водорастворимых солей. Было подсчитано, что через 70 миллионов лет все горные породы земной коры подвергнутся выветриванию и превратятся в осадок на дне морей. Кора Земли находится в постоянном дви-

Рис. 11. Различные типы почв отлагаются слоями ниже первоначального высшего уровня береговой линии. Топография и расстояние от прежнего устья ледниковой реки определяют конфигурацию этих слоев. Тонко дисперсные ледниковые глины откладываются дальше от устья на глинистых плато в то время, как песок и гравий выпадают в осадок ближе и постепенно по мере замедления скорости потока. По мере подъема уровня земли в течение миллионов лет отложения вдоль прежней береговой линии подвергаются действию волн и перераспределяются, так что послеледниковые отложения теперь покрывают прежнее морское дно. На прибрежных лугах можно изучать постепенное развитие плодородных почв и продолжающееся поднятие земли после самого последнего периода оледенения.



жении. Континенты дрейфуют туда и сюда, хотя и очень медленно с человеческой точки зрения. Поднимаются новые горы, при этом осадки морского дна могут потонуть в подстилающей магме. Все это происходит в одном гигантском геологическом цикле. В северной Европе мы имеем дело с молодыми почвами, минеральная основа которых образовалась в самое последнее время оледенения континента: благодаря воздействию ледника, мощных водных потоков, образовавшихся при таянии льда, и морей, где размолотые фракции породы оседали и образовывали слои, которые постепенно поднимались на поверхность по мере того, как земная кора освобождалась от тяжести ледника.

Тонкое распределение — ключевой фактор

Величина почвенных частиц — важный фактор характеристики почвы. Песчаная почва — «грубая». Крупные частицы означают, что песок не может хорошо удерживать воду и питательные вещества. Противоположными свойствами обладают глинистые почвы, состоящие из достаточно мелких частиц — менее двух микрон (тысячная доля миллиметра) в диаметре, — способных соединяться в агрегаты, которые образуют тонкую структуру почвы. Глинистые частички обладают также необыкновенно высокой способностью удерживать воду и питательные вещества. Соответственно, глинистые почвы меньше подвержены вымыванию питательных веществ, которое является широко распространенной проблемой, обусловленной особенностями нордического климата.

Последний период континентального оледенения оказал решающее влияние на характер почв в регионе Балтийского моря. Лед крошил скалы; гравий и песок переносились льдом и водой. Когда ледяной панцирь исчез приблизительно 10 000 лет тому назад, земная кора начала медленно подниматься из моря и все больше выходить на поверхность. Теперь могли начаться процессы образования плодородной почвы и развития растительности. Уровень моря достиг минимума приблизительно в 8 000 году до Р.Х. В Швеции и Финляндии можно увидеть эту первоначальную и теперь самую высокую береговую линию. Кроме того, мы можем обнаружить неотсортированную морену, которую оставил после себя тающий лед; ниже находятся области с почвой, сформировавшейся в системе больших прудов и озер в центральных районах обеих стран. Когда береговая линия сдвигается, действие волн перераспределяет слои.

Можно выделить два типа почв: бедные питанием песчаные и гравийные почвы, «промытые» действием волн, и слои более тонко гранулированных песчаных, суглинистых и глинистых почв, отложившихся на более плоских поверхностях бывшего морского дна. На этих более поздних отложениях развивается

богатая и разнообразная растительность, что дает возможность окультурить эти почвы сегодня. Берег продолжает подниматься, но с относительно меньшей скоростью, в большей части Швеции и Финляндии; признаки этого процесса можно все еще наблюдать. Новые пригодные для культивации земли до сих пор формируются в пределах северных регионов Балтийского моря, в то время как на юге наблюдается противоположный процесс. Плодородие почвы в значительной степени зависит от того, на какой минеральной основе она сформировалась.

К северу более кислые почвы

С геологической точки зрения большая часть региона Балтийского моря покоится на слегка выгнутой геологической формации, известной как Балтийский щит. На севере он имеет скальную основу, на юге — комплекс морен, отложившихся после отступления материкового льда. На карте линия, проведенная от северной точки полуострова Ютландия в Дании на восток до самой северной точки на берегу озера Ладога в России, обозначает южную границу гранитного щита. На юге можно обнаружить более молодые породы, такие как известняк, песчаник и сланцевая глина; для области к северу от линии характерна гранитная подстилающая порода и более кислые почвы, ассоциированные с гранитом. Мы можем обнаружить также области, на которых сохранились шрамы, нанесенные ледником: пятна обнаженного гранита и гранитные утесы, возвышающиеся над окружающим ландшафтом. В областях глинистых отложений на востоке центральной Швеции (приблизительно 58–60 градусов северной широты) мы можем найти пятна осадочного известняка, образовавшегося из известняковых отложений, когда-то покрывавших районы северо-востока. Есть также отложения известняка в западной Швеции вокруг озер, Сильян (61 градус северной широты) и Стуршён (63 градуса северной широты), на которых образуются плодородные почвы.

Гумус создавался миллионы лет

Органическая часть почвы, гумус, образуется из разлагающегося растительного материала, который измельчается, переваривается и преобразуется живущими в почве мелкими животными, червями, грибами и бактериями (известными под общим названием эдафон). Полностью преобразованный гумус, называемый тонким гумусом, составляет большую часть органического вещества на окультуренных почвах. Химическая структура гумуса зависит от химии образовавшего его растительного материала. В среднем один гектар окультуренной почвы, с содержанием гумуса 3% в верхнем слое почвы толщиной 20 см, содержит около 90 тонн органического вещества (9 кг на кв.м),



С геологической точки зрения большая часть региона Балтийского моря покоится на слегка выгнутой геологической формации, известной как Балтийский щит. На севере он имеет скальную основу, на юге — комплекс морен, отложившихся после отступления материкового льда



90 тонн органического вещества (9 кг на кв. м), из которых приблизительно 5 тонн (0,5 кг на кв. м) состоит из живых организмов, одну пятую которых представляют жизненно важные дождевые черви

из которых приблизительно 5 тонн (0,5 кг на кв. м) состоит из живых организмов, одну пятую которых представляют жизненно необходимые для почвы дождевые черви. В органическом веществе почвы можно обнаружить все элементы, необходимые живым организмам. В верхнем слое почвы содержится 50 тонн углерода (5 кг на кв. м), 5 тонн азота (0,5 кг на кв. м) и одна тонна фосфора (0,1 кг на кв. м). К этому можно добавить ряд элементов, связанных органическими и химическими связями, — сера, кальций и жизненно важные микроэлементы. Почвенный гумус может насчитывать возраст более тысячи лет. Гумус почвы подвергается разложению бактериями и грибами, в результате чего из него освобождаются важные элементы питания. Это постоянно происходящее разложение должно быть компенсировано достаточным внесением перегнившего органического материала. Чисто органические почвы образуются на месте болот и переувлажненных почв.

Органический материал на различных стадиях разложения соединяется с продуктами жизнедеятельности живых организмов и приобретает способность связывать питательные вещества в почве и образовывать почвенную структуру, которая обеспечивает растениям и почвенным организмам благоприятный баланс между твердыми частицами, влагой и воздухом, совершенно необходимый для них. На глинистых почвах частицы гумуса, белков и глинистые минеральные частицы объединяются в агрегаты, создающие особенно благоприятные условия для роста растений. Гумус, важный компонент почвы, определяет ее физические и химические характеристики, а также служит источником питания для растений и почвенных организмов. Гумус состоит из очень крупных молекул, так называемых гумусных веществ. Частицы тонкого гумуса (муля) обладают экстраординарной способностью связывать элементы питания в почве и придавать ей структурность, благодаря которой в почве возникает необходимый растениям баланс между твердыми частицами, водой и воздухом. На глинистых почвах частицы гумуса и минералов образуют агрегаты, что создает благоприятные условия для роста растений.

Там, где органические процессы встречаются с мертвым материалом

В естественной неокультуренной почве верхний слой представлен чистым гумусом, под которым находится слой, который обычно называют минеральной почвой. В окультуренных почвах на глубину 20 см (на эту глубину пашет плуг) верхний слой состоит из смеси минеральных и органических компонентов. В почве органический материал от живых растений приходит в соприкосновение с мертвым минералом. Это осуществляет-

ся разлагающей деятельностью живых организмов, живущих в почве. В плодородной почве не менее 50% органического вещества может быть связано с частицами глины, образуя так называемый минерально-органический комплекс. Этот комплекс облегчает образование почвенных агрегатов и замедляет процесс разложения гумуса.

Бактерии и грибы, а также более крупные организмы, такие как черви-annelиды (из которых дождевой червь — наиболее известный вид), играют особенно большую роль в создании плодородной почвы. Черви переносят разлагающиеся остатки листьев в нижние слои почвы и вместе с бактериями и минеральными частицами в их кишечнике вносят свой вклад в образование почвенной структуры и метаболизм различных видов органического материала. Между растениями и организмами в почве устанавливается тесное взаимодействие. Корни различных растений проникают в почву на различную глубину в зависимости от вида растений и характеристики почвы. Корни выделяют в почву богатые энергией вещества, чтобы стимулировать микроорганизмы, которые, в свою очередь, помогают освободить питательные вещества, обогащающие почву.

Плодородная почва — саморегулирующийся организм

Взаимодействие живых организмов почвы можно сравнить с взаимодействием клеток и органов в многоклеточных организмах более совершенных видов. Плодородная почва, в определенных пределах, противостоит влиянию внешних

Рис. 12. Мелкий залив в Ярна Саунд на юг от того места, где озеро Меларен имеет сток в Балтийское море (около 59 градуса северной широты). В Швеции земная кора все еще поднимается, хотя и медленно. На этой широте подъем происходит со скоростью около 3 мм в год. Первая растительность на берегу образует первый гумус, который в дальнейшем станет основой плодородной почвы. Выше береговой линии мы видим на фото следы сельскохозяйственной деятельности, которая практиковалась здесь во времена бронзового века (1500–500 до Р.Х.).



условий путем саморегуляции. Плодородие почвы зависит от активности почвенной микрофлоры и от количества органического материала, который вносят в нее растения и животные, а также от содержания элементов питания в минералах, из которых образовалась почва. Только незначительная часть земель в пределах Швеции и Финляндии имеют свойства, необходимые для выращивания сельскохозяйственных культур. Такие страны как Дания, Польша, часть Германии, Эстония, Латвия имеют гораздо больше пригодных для окультуривания земель. Климат и топография — ландшафт, холмы, горы, долины и т. д. — другой важный фактор. Земля должна быть достаточно сухой, чтобы весенние потоки и осадки быстро впитывались и выводились; в то же время она должна содержать достаточно влаги, чтобы поддерживать жизнь растений. Она должна быть свободной от помех для обработки — крупных камней и валунов. Горы и высокие холмы, а также холодный климат на севере Балтийского региона накладывают ограничения на земледелие. Некоторые почвы, образовавшиеся на более молодых горах, а также почвы, богатые мелом, очень плодородны. Содержание органического вещества — другой важный фактор плодородия. Органическое вещество уменьшает вымывание питательных веществ, что особенно важно для песчаных почв. Высокое содержание органики увеличивает плодородие почв и особенно важно для почв с низким содержанием глины. Плодородная почва должна быть способна поддерживать соотношение между водой и воздухом, благоприятное для растений, и содержать достаточно для растений и почвенных организмов питания. Почва должна иметь хорошую порозность, чтобы корни и даже дождевые черви могли свободно проложить в ней свой путь.

Экосистема пахотной почвы

В молодых экосистемах количество видов и количество органического вещества с каждым годом увеличивается. Первыми обычно поселяются на земле простые организмы типа водорослей и лишайников. Постепенно к ним присоединяются растения и животные. В зависимости от преобладающих условий (климат, химический состав и т. д.) происходит отбор специфически адаптированных к данному месту видов растений и животных, формирующих биотоп. В зрелых экосистемах устанавливается равновесие между различными группами обитателей.

Засеянное поле практически представляет собой молодую экосистему, в которой выживание определяется трудом человека. На оставленных без обработки пашнях северной Европы разрастутся кусты и молодые деревья; в конце концов, они



На оставленных без обработки пашнях северной Европы разрастутся кусты и молодые деревья

превратятся в лес. Мы имеем много примеров заброшенных полей в Эстонии, Латвии и Литве, но в Швеции и Финляндии почвы значительно менее продуктивны. В таких районах пастбище является хорошей альтернативой для предотвращения захвата земель кустарником.

Как и естественная экосистема, пашня также может достичь высокой степени экологической стабильности. Чем больше разнообразие и число видов, тем выше стабильность и меньше риск нарушения равновесия, благодаря, например, вторжению вредителей.

ПОТРЕБНОСТЬ В ОКУЛЬТУРЕННЫХ ЗЕМЛЯХ И ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ В ГЛОБАЛЬНОЙ ПЕРСПЕКТИВЕ

Только около одной десятой свободной от льда поверхности планеты Земля пригодны для сельского хозяйства; более того, эта площадь сокращается, так как почва используется такими методами, которые приводят к уменьшению содержания органического вещества и элементов питания, растет засоленность; причиной потери плодородной почвы является также эрозия и опустынивание. Это происходило в течение всей человеческой истории — но история говорит также о том, что негативные процессы могут стать обратимыми.

Рис. 13. Большая часть окультуренных земель мира расположена на карте в областях, окрашенных красным. Она составляет только 10% свободной ото льда поверхности. Эти 1,5 миллиардов гектаров сегодня (конец 2011 года) снабжают питанием 7 миллиардов человек.

Источник: Ramankutty N. et al. (2010) *Global Agricultural Lands: Croplands*. Data distributed by the NASA Socioeconomic Data and Applications center (SEDAC)/ <http://sedac.ciesin.columbia.edu/aglands.html>.

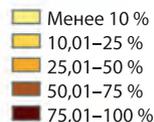
Большая часть тропических регионов мира не имеет достаточно воды. Доступность воды определяет величину площади, на которой можно провести орошение.

Потенциальный выход от окультуривания почв, в настоящее время покрытых тропическими лесами, ограничен. Слишком много тропических лесов уже вырублено. Там, где земля очищена от леса, практикуется химизированное, интенсивное, специализированное земледелие. В то время как прежде практиковался



Глобальные окультуренные земли в 2000 году

Глобальная карта окультуренных земель (2000). Раскраска показывает процент окультуренных земель на площадь в 10 кв. км. Темно окрашенные области означают более высокую долю окультуренных земель. Данные от Moderate Imaging Spectroradiometer (MDDIS) land cover product and Satellite pour Observation de la Terre Vegetation global land cover были объединены со статистикой UN Food and Agriculture (FAO), чтобы получить представленные данные.



менее грубый подсечно-огневой метод, позволяющий возобновление истощенной пашни, современная крупномасштабная практика очищения земли ведет к деградации почвы и эрозии. Вырубка лесов в наше время угрожает ускорить развитие парникового эффекта и нарушить жизнь миллионов людей. У нас уже есть много примеров того, как уничтожение лесов усугубило последствия стихийных катастроф, увеличив страдания миллионов людей.

Орошаемое земледелие характерно для Восточной Азии, где основная культура — рис, соответствующая пшенице и ржи в нашей части света.

Значительные площади планеты заняты горами и сухими плато, на которых может осуществляться экстенсивный выпас скота. Слишком интенсивный выпас повреждает почву и способствует опустыниванию земель. Только 11 % общей площади планеты пригодны для земледелия. Дополнительные 24 % более или менее пригодны для экстенсивного выпаса скота; 31 % занят лесами. Вся культивируемая площадь составляет 1,4 миллиарда гектар, из которых приблизительно половина в настоящее время используется для производства зерновых культур. Все вместе — эрозия, засоленность, опустынивание — положили конец росту окультуренных площадей, несмотря на тот факт, что в производство сельскохозяйственной продукции все еще вовлекаются новые земли. Рентабельные пастбища превратились в пустыни и полупустыни. Окультуривание новых земель несет в себе угрозу для оставшихся лесов, жизненно необходимых для поддержания планетарных климатических систем, биоциклов и биоразнообразия. Исследование, предпринятое под патронажем Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) в течение более 20 лет, показало, что



Рис. 14. Вырубка лесов и методы земледелия, способствующие разрушению гумуса, как, например, слишком большая доля пропашных культур в севообороте, приводят к снижению содержания органического вещества в почве и, следовательно, к деградации почвы, которая, в свою очередь, оказывает негативное влияние и на климат, и на глобальные водные ресурсы. Даже в регионе Балтийского моря почва может деградировать в зонах интенсивного производства зерновых.

деградация земли — определяемая как хроническое снижение функций и производительной способности — растет во многих частях мира. Соответствующие цифры: 20 % всех окультуренных земель, 30 % всех лесов и 10 % всех пастбищ деградированы. Исследования показали, что 1,5 миллиарда людей, или приблизительно одна четвертая часть населения планеты, непосредственно зависят от земель, которые находятся в процессе деградации. Меры для прекращения этой деградации и улучшения плодородия этих почв должны быть приняты как приоритетные для обеспечения продовольственной безопасности беднейшего населения мира.

Одна из угроз для глобального снабжения продуктами питания, которая заслуживает особого внимания — это продолжающееся изменение климата и сопровождающее его изменение погодных условий в различных частях мира. Засушливые области рискуют стать еще более сухими, что приведет к еще более низким урожаям. Между тем районы с влажным климатом получают слишком много осадков. В то же время, большее количество осадков в сочетании с более высокой температурой могло бы улучшить условия для земледелия в районе Балтийского моря¹⁸. Однако многие регионы оказываются перед угрозой потерять свои окультуренные земли в результате подъема уровня моря. Более 275 миллионов людей в мире сегодня выращивают культуры на землях, которые находятся выше уровня моря менее чем на пять метров. Таящий лед в горах и полярных регионах типа Гренландии и западной Антарктики и распространение термальных морских вод — два основных фактора, влияющих на подъем уровня моря.

Сегодня (весна 2012) окультуренные земли мира должны кормить 7 миллиардов ртов. К 2050 году ожидается рост населения Земли на 2,1 миллиарда человек в общей сложности до 9,1 миллиарда, согласно обзору количества населения мира, опубликованному ООН¹⁹. Около 80 % ожидаемого прироста населения произойдет в уже перенаселенных районах мира. Сегодня средняя площадь окультуренной земли на душу населения только две десятых гектара (2000 кв. м). В Швеции приходится в два раза больше среднего — 0,4 га на душу, куда включен импорт продуктов питания и кормов. В Азии сегодня на душу населения приходится 0,19 га пашни; есть также страны, где этот показатель равен 0,1 га. Именно в этих странах родится значительная часть новых миллиардов граждан. Здесь количество окультуренной земли на душу снижается быстрее, чем где-нибудь еще.

¹⁸ IPCC, 2007. Climate Change 2007, Working Group 1: The Science of Climate Change, FAQ 3.2.

¹⁹ UN, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2005) <http://www.un.org/esa/population/publications/WPP2004>.

Миграция

Недостаток продуктов питания в мире сегодня связан большей частью с неравномерным распределением ресурсов и социальным неравенством. Люди не могут позволить себе платить даже за те продукты, которые есть в наличии. Жители индустриальных стран потребляют гораздо большую долю мировых ресурсов продуктов питания, чем средний житель планеты. Это возможно благодаря импорту продуктов и большему потреблению мясных и молочных продуктов, производство которых в значительной степени зависит от импорта кормов из более бедных частей мира. Во многих случаях эти кормовые культуры могут быть использованы как продовольственные в странах, где они производятся. Большая часть импортных кормов поступает из Латинской Америки и южной Азии.

Если мы посмотрим на общую способность «кормить мир» в долгосрочной перспективе и в отношении к росту населения, мы увидим, что нет ни излишков продуктов, ни излишков пригодных для пашни земель. Наиболее вероятно, что понадобится развитие международной торговли и миграция, чтобы в будущем добиться более равномерного распределения продуктов питания. Уклон в сторону увеличения потребления овощей, фруктов и зерновых также необходим, чтобы пищи хватало всем. Существующая в настоящее время тенденция в сторону увеличения потребления мяса и здесь, в Европе, и в странах, где ранее преобладала в основном овощная диета, является шагом, скорее отдаляющим продовольственную стабильность, чем приближающим.

В 900 раз больше

До того как люди начали заниматься земледелием, они жили охотой на диких животных, ловлей рыбы и собиранием съедобных растений, фруктов, семян и орехов, которые предоставляла им Природа. Было подсчитано, что 13–15 тысяч лет тому назад планета Земля могла прокормить население приблизительно в 8 миллионов. Сегодня планета кормит почти в 900 раз больше людей.

Постепенно охота сменилась выпасом и содержанием одомашненных животных. Земледелие сменило прежнее собирательство. И с течением времени люди научились улучшать сорта культурных растений и создавать новые сорта и породы животных. Когда люди начали выращивать зерновые культуры, стало возможным хранить и перевозить запасы продуктов, и это привело к тому, что люди перестали вести кочевой образ жизни и стали жить в постоянных поселениях. Благодаря выращиванию зерновых появилась возможность торговли и, значит, возможность кормить городское население.



Жители индустриальных стран потребляют гораздо большую долю мировых ресурсов продуктов питания, чем средний житель планеты

В начале развития земледелия окультуренные растения использовали запасы питательных веществ, созданные естественными экосистемами. Эти запасы использовались путем подсечно-огневого метода земледелия и полукочевого образа жизни. Эти методы до сих пор практикуются в некоторых частях света и, если используются интенсивно, приводят к быстрому истощению природных ресурсов.

Плодородные аллювиальные наносы

Первые великие культуры исторического периода развились на покрытых аллювиальными наносами затопляемых поймах и в дельтах, где реки регулярно покрывали землю богатыми питанием наносами. Эти земледельческие культуры возникли 10 000–5 000 лет назад. Наиболее широко известные места — Индостанская низменность в Индии, Месопотамская культура Вавилона в долинах Евфрата и Тигра, Египетская культура в долине Нила. Эти цивилизации существовали благодаря экологическому балансу между культивацией и естественными экосистемами, предоставляющими воду, питание и благоприятный климат. Наиболее ранняя Средиземноморская культура, которая была создана этрусками на месте современной Италии, была формой земледелия с севооборотами, включающей разумное использование лесных территорий.

Расцвет и падение великих культур часто был связан с доступностью продуктов питания. Когда продуктивность окультуренных почв падала, это приводило к голоду, кратковременной хищнической эксплуатации земли и, в конце концов, к массовому недоеданию и падению культуры в целом. Причины падения были разными. Там, где были созданы сложные оросительные системы, снижение урожая могло быть следствием засоления или переувлажнения. Надписи, выбитые на глиняных табличках, повествуют о том, как Месопотамия угасла благодаря снижению урожайности и хроническому недостатку пищи²⁰. Римская империя пала в результате уничтожения лесов и слишком интенсивного использования пастбищ в Средиземноморском районе, что привело к истощению почв и недостатку питания. Сегодня мы видим, как пустыня завоевывает те пространства, что были пашней, в результате безжалостной эксплуатации земли.

История дает примеры того, как неправильное использование и пренебрежительное отношение к природным ресурсам может разрушить основу всей культуры — пахотную землю. Но она предлагает также противоположные примеры того, как можно увеличить способность земли прокормить нас.

²⁰ Furuhagen, H (1978) Bröd och skådespel [Bread and spectacle]. Stockholm: Norstedts.



История дает примеры того, как неправильное использование и пренебрежительное отношение к природным ресурсам может разрушить основу всей культуры — пахотную землю. Но она предлагает также противоположные примеры

ФЕРМЕРСТВО В РЕГИОНЕ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ С ПРИМЕРАМИ ИЗ ШВЕЦИИ ОТ ПОДСЕЧНО-ОГНЕВОГО МЕТОДА ДО ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Производство мясной, молочной продукции и зерновых увеличивалось задолго до того, как были изобретены минеральные удобрения и пестициды. Как это удавалось сделать?

Огонь помогал расчистить землю для культивации и лугов. После расчистки землю обрабатывали мотыгой и деревянной сохой.

Благодаря окультуриванию мы трансформировали природный ландшафт в культурный с открытыми полями, пастбищами и т. д. Когда мы погружаем в почву мотыгу, лопату или плуг, мы начинаем изменять саму почву. Лучший доступ воздуха, а также тепла и влаги стимулировал дыхание микроорганизмов и скорость переработки ими органического вещества. Росло освобождение органически связанного азота и других питательных веществ, и больше азота, фосфора и других элементов питания становились доступны растениям. Более быстрый рост растений приводил к увеличению биомассы продукции. Ускорение разложения органического вещества в почве требовало компенсации за счет вторичной переработки органической биомассы растений. Таким путем увеличивался взаимообмен между почвой и растительностью в то время, как верхний слой почвы становился глубже благодаря обработке мотыгой и другими инструментами.

На полях, занятых культурами, уменьшалось количество многолетних сорняков: злаков, трав, кустарников и деревьев, которые снова занимали пашню, если ее оставляли необработанной в молодой (с эволюционной точки зрения) фазе развития, когда биологический круговорот и продуктивность были высоки. В то же время, система того времени не отличалась разнообразием культур и частые случаи введения монокультуры только с одной или небольшим количеством культур, которые следовали одна за другой, увеличивали ее нестабильность.

В северном регионе метод подсечно-огневого земледелия практиковался уже в каменном веке. В первые годы после освоения урожай был хорошим. Зола, полученная путем сжигания древесных отходов, обогащала почву питательными веществами в форме, доступной растениям. Но поскольку расти-

”

Когда мы погружаем в почву мотыгу, лопату или плуг, мы начинаем изменять саму почву

тельная биомасса не возвращалась в почву в форме навоза или послеуборочных остатков, почва быстро теряла органическое вещество и элементы питания, так что приходилось очищать новый участок для получения урожая. Выжигание земли таким образом, который позволял возобновление леса, поддерживало жизнь в регионах, очень мало населенных в то время. Тогда растениеводство и животноводство еще не были связаны.

Значительная часть земли того мира была испорчена интенсивной эксплуатацией после очистки и сжигания лесов. Ветер и вода уносили последние остатки органики и питательных веществ.

Ферма — детище луга

Животные могут есть продукты, несъедобные для людей. Травы и даже листья кустарников и деревьев были предпосылкой для колонизации и окультуривания северных регионов. Климат севера претерпел сильные изменения в период между 1800-м годом до Р.Х. и 500-м годом после Р.Х. Зимы стали более длинными и холодными, так что фермерам приходилось заготавливать больше корма для своего стада. Фермерство развивало новые структуры, чтобы содержать животных и хранить запасы. Само выживание, когда зимой в течение полугода земля лежала пустая, в короткие летние месяцы требовало гораздо больше работы. Летний урожай должен был обеспечить запас пищи и кормов для людей и животных на весь год.

Способность крупного рогатого скота переваривать корма стала основой продовольственной безопасности. Значительная часть продуктов, предназначенных на зиму, производилась животными: их молоко и их мясо. В зимние месяцы навоз накапливался в коровниках и во дворах; когда приходила весна, его разбрасывали на маленьких полях вокруг деревьев, используемых для выращивания зерновых. Таким образом, производство хлеба также было основано на животноводстве.

Вокруг окультуренных земель располагались луга, которые обеспечивали корма и, благодаря животным, — навоз для удобрения полей. Это породило старую шведскую поговорку: «Ферма — детище луга». Взаимодействие пашни и луга было основой устойчивости. Площадь, с которой получали сено, в большинстве случаев была во много раз больше, чем площадь пашни. Помимо лугов, далеко от деревни находились летние пастбища (на севере часто покрытые лесом), где выпасали животных.

Бобовые на лугах и опавшие листья удобряют почву

Луга получали азот от диких бобовых, таких как клевер, вика, чина или чина луговая (*Lathyrus pratensis*) и лядвенец (*Lotus corniculatus*). Выветривание почвенных минералов обогащало



Способность крупного рогатого скота переваривать корма стала основой продовольственной безопасности

почву калием, фосфором и всеми необходимыми для жизни микроэлементами, а лиственные деревья выполняли важную роль благодаря глубоким и широким корневым системам. Деревья поглощали питание из почвы и транспортировали его в листья своих крон; когда осенью листья опадали, поглощенные ими минералы возвращались в почву.

Этот тип земледелия, кажется, неплохо работал столетиями, несмотря на то, что элементы питания постоянно уходили из почвы лугов, на которых кормились стада. Кормовые злаки и травы скашивали и удаляли с лугов; когда сено съедалось животными, элементы питания переходили в навоз и мочу, которыми позднее удобряли окультуренные поля, используемые для выращивания зерновых и турнепса. Этот поток элементов от полей, через животных и на пашню мог существовать до тех пор, пока площадь пахотных земель была намного меньше площади лугов (рис.15).

Соединение заготовки сена и содержания животных представляло шаг вперед в направлении устойчивости по сравнению с предшествующим грубым методом подсечно-огневого земледелия. Было установлено взаимодействие между животноводством и растениеводством, хотя выпас и обработка почвы были еще разделены — так люди организовали взаимодействие между почвой, обработкой и животными.

Луговое земледелие показало себя достаточно продуктивным для удовлетворения потребностей населения того времени, пока поля поддерживались чистыми и окультуренными.

Подсечно-огневой метод продолжал существовать наряду с луговым — или в виде небольших временно очищаемых участков леса, или в сочетании с расчисткой новых земель. В Саволак, восточная Финляндия, кучи камней свидетельствуют о том, что сжигание и вырубка леса проводились до начала XX столетия.

С ростом численности населения росли масштабы выпаса и заготовки сена для животных. Интенсивное скашивание лугов без внесения на них удобрения постепенно приводило к истощению плодородия луговых почв и снижению количества сена, лимитирующего размер стада. Таким образом, население росло и необходимость кормить большее число людей приводило к последовательной деградации земли. Навоза стало так мало, что его не хватало для всей окультуренной земли, не говоря уж о лугах. Число животных и, следовательно, количество навоза было ограничено постепенно снижающимся количеством сена. Со временем вырубка лесов для потребностей земледелия была также ограничена конкурирующими отраслями: продажа древесины и заготовка древесного топлива. Уголь был нужен также для нарождающейся шведской индустрии — производства стали и железа.



Таким образом, население росло и необходимость кормить большее число людей приводило к последовательной деградации земли

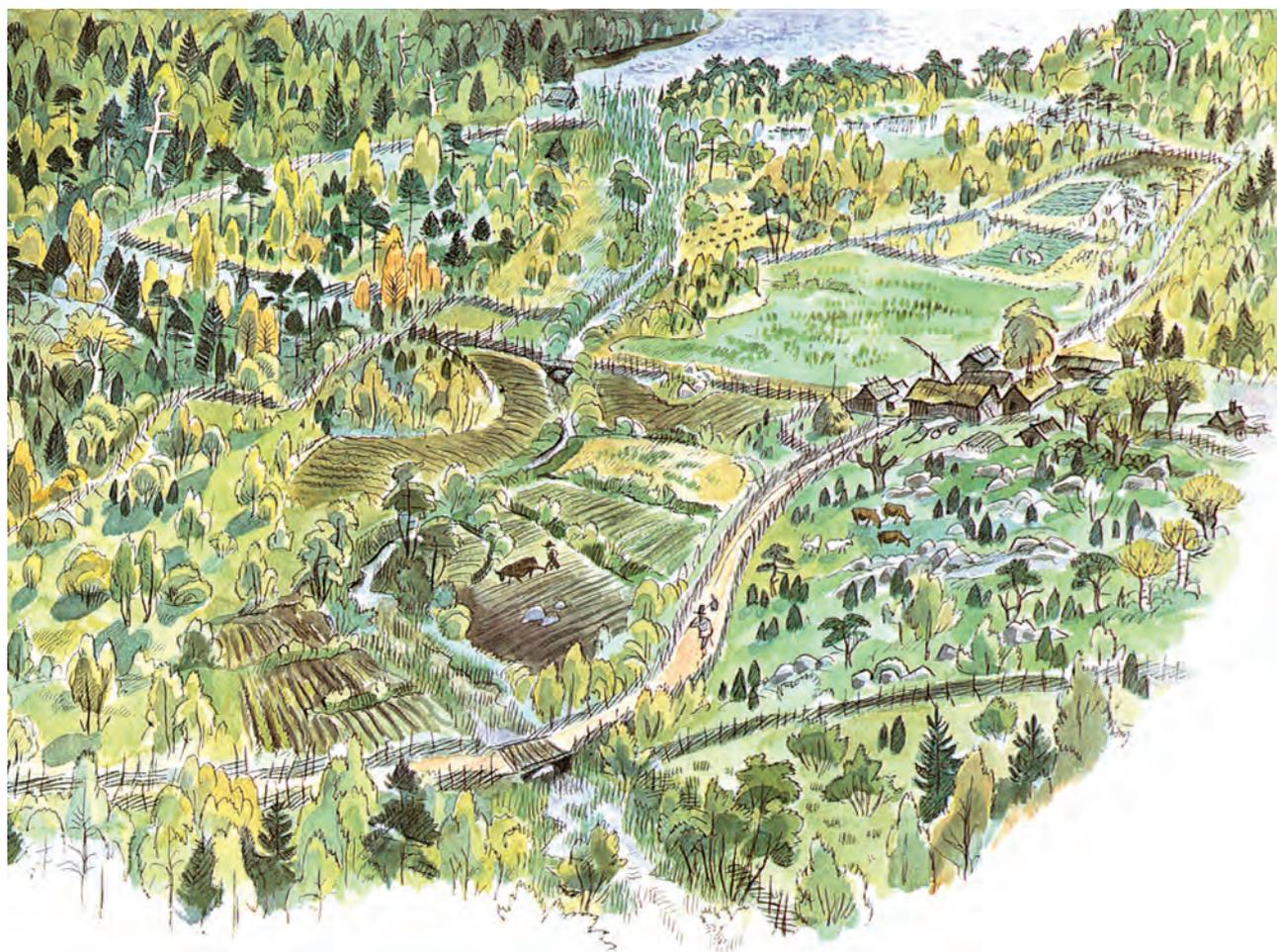
Средневековый обычай владения землей небольшими и разбросанными участками вокруг деревень затруднял введение более рационального метода земледелия в Швеции до конца XIX столетия, когда общая окультуренная площадь в стране составляла около 800 тысяч гектаров, а сенокосные луга составляли еще 2 миллиона гектаров.

Рис. 15. Рисунок Гуннара Брузевитца из области Рослаген к северу от Стокгольма, иллюстрирующий развитие фермерства в этой области (см. также рис. 17 и 18). Постоянное проживание в деревнях началось в конце Бронзового века (около 800 лет до Р.Х.), когда климат стал холоднее. Осетвь в деревнях стало возможным благодаря скотоводству и использованию естественных

почв для культивации, выпаса и заготовки трав и обливственных веток для зимнего корма. Только небольшая часть земли была отведена под пашню и удобрялась навозом, который накапливался за зиму. Величина урожая трав и листьев с лугов плюс травы с сенокосных болотистых лугов создавали ограничения для количества сена, необходимого животным, и размера

стада, определяющего объем доступного удобрения. Все вместе эти факторы лимитировали способность земли кормить крестьян, чье число продолжало расти.

Источник: Bruswitz, G & Emmelin, L (1985) *Det föränderliga landskapet: utveckling och framtidsbilder* [Меняющийся ландшафт: прошлое и будущее], Stockholm: LT.



Бобовые положили конец голоданию

После лугового земледелия последовало земледелие, использующее севооборот. Между 1800 и 1950 годами население Швеции выросло с 2,3 до 7 миллионов, несмотря на значительную эмиграцию. Это соответствует приросту населения на 200% в год в течение 150 лет (рис. 16). В Финляндии население выросло с одного миллиона в 1800 году до пяти миллионов в 1950. Сходная скорость прироста населения наблюдается и сегодня, но в других частях мира. Продовольственный кризис в этих странах может быть разрешен тем же путем, как он был решен здесь на Севере задолго до появления пестицидов и минеральных удобрений.

Не так давно, в конце 1700-х годов, люди еще умирали от голода в неурожайные годы. В Финляндии — даже гораздо позднее. Введение севооборотов с включением занятого бобовыми пара оставило голод в далеком прошлом, несмотря на значительный рост экспорта продуктов земледелия в начале 1900-х. Это произошло благодаря введению севооборотов с бобовыми и сбалансированной циркуляции элементов питания между растениеводством и животноводством, так что Швеция смогла преодолеть возможность голодания и перейти к продовольственной безопасности, несмотря на растущее население. Важно отметить, что знания, сделавшие это возможным без пестицидов и минеральных удобрений, доступны и сегодня тем, кто в них нуждается. Это становится частью практики, которую они получают, так что они могут более уверенно смотреть в будущее, когда стратегические ресурсы станут менее доступны.

Клевер кормит одинаково почву и животных

Гектар, засеянный клевером, может фиксировать до 200 кг азота и давать урожай в три — четыре раза выше, чем урожай естественных лугов с той же площади (рис. 17 и 18). Злаково-бобовая смесь с люцерной может фиксировать 300 кг азота на гектар при условии хорошей почвы и достаточного количества осадков. Среди сельскохозяйственных растений бобовые обладают уникальной способностью — с помощью живущих в симбиозе с ними бактерий они могут фиксировать большое количество атмосферного азота. Кроме того, бобовые типа клевера и люцерны имеют глубокую корневую систему, что дает им возможность установить симбиоз с почвенными грибами, так называемой микоризой, которая помогает высвобождать минеральные элементы питания, способствуя выветриванию почвенных минералов. После скашивания надземной массы они оставляют в почве богатую азотом и другими элементами корневую систему, что обеспечивает хорошим питанием следующую за ними в севообороте культуру. Более того — они создают плодородие почвы.

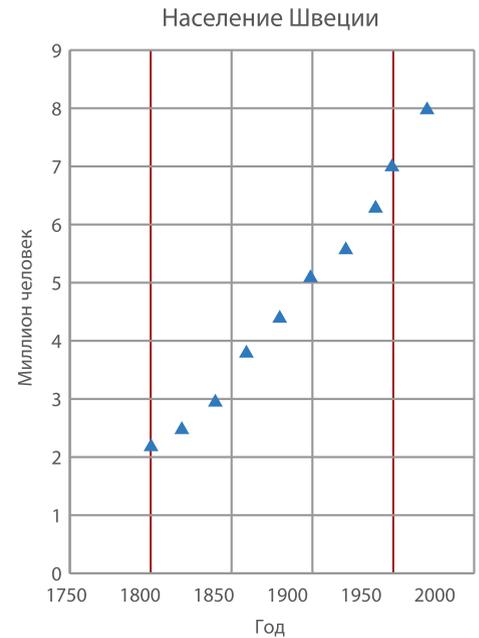


Рис. 16. Население Швеции увеличилось с двух миллионов до семи миллионов между 1800 и 1950 годами, до того, как фермеры начали использовать пестициды и минеральные удобрения в большом масштабе.



Рис. 17. Злаково-бобовый пар, первый год: смесь красного клевера и злаков рядом с экспериментальным участком с одними злаками на экспериментальной ферме Скиллеби в Ярне. Смесь клевера и злаков дает урожай в три раза больший, чем одни злаки. Это позволяет судить о количестве оставшегося в почве азота после занятого смесью пара по сравнению с количеством, остающимся при отсутствии фиксации азота.

Фото: Артур Гранстедт

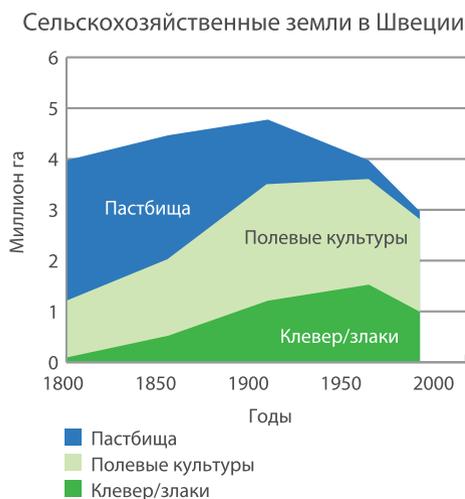


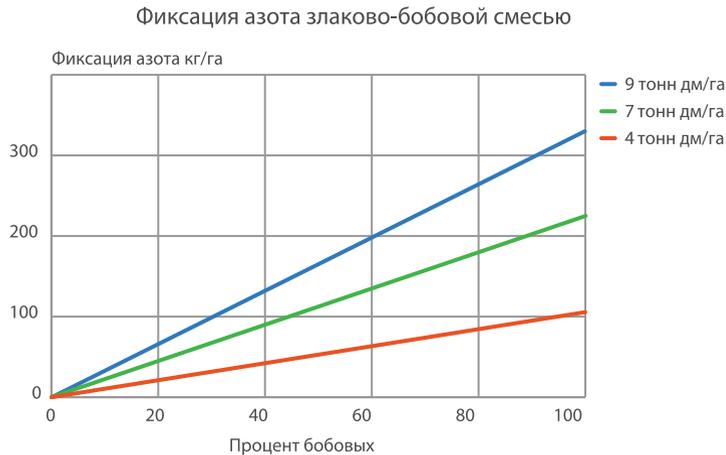
Рис. 19. Сельскохозяйственная продукция может быть увеличена во много раз благодаря использованию фиксирующих азот растений (клевер, а на некоторых почвах — люцерна), занимающих площадь вместо естественных луговых злаков.

В этом ключ к аграрной революции, которая вскоре последовала. Окультуренные почвы с различными севооборотами, включающими бобовые в злаково-бобовых смесях, скоро смогли обходиться без традиционных лугов (рис. 19).

Значение бобовых для продуктивности почвы было известно в Китае уже 7 000 лет тому назад, и это знали также в Римской империи. Поэт Вергилий, который жил во времена Цезаря Августа, превозносил в стихах ценность бобовых, но эти знания были потеряны в Средневековой Европе. Выращивание клевера и люцерны становится в Европе более обычным в XVII и XVIII веках. Когда клевер был впервые интродуцирован в северных районах, его семена были предметом импорта; умение выращивать, сортировать и чистить семена клевера было большим шагом вперед в развитии агрономии этих районов. Линней предлагал сметать и затем высевать семена луговых трав, накопившиеся на полу сеновалов, но специальная сортировка семян клевера была началом того, что назвали «окультуренным лугом».

Культуры с различными требованиями к питанию, различной глубиной корней, различной устойчивостью к сорнякам, вредителям и болезням, следовали одна за другой путем севооборота. Несколько лет злаково-бобовой смеси оказывали на почву регенеративное действие, в то время как другие культуры севооборота разлагали гумус и выносили из почвы питательные вещества. Поддержание равновесия между регенеративными и экстрактивными видами играло ключевую роль. Корнеплодные культуры приобретали все большее значение, так как они давали высокие урожаи, обладали высокой питательной ценностью и, как пропашные культуры, позволяли систематически бороться с сорняками. Картофель, известный в Европе только как ботанический вид в 1500-х годах, уже в 1700-х годах начал выращиваться как продовольственная культура. В 1800-х годах его считали основной продовольственной культурой, однако фактически картофель нельзя было выращивать без достаточного количества навоза, что, в свою очередь, требовало развития животноводства и, соответственно, большого количества сена — все это, в конце концов, зависело от фиксации атмосферного азота бобовыми. Необходимо было принимать во внимание все эти взаимосвязанные факторы.

Выращивание злаков вместе с клевером или люцерной снабжает азотом последующие культуры тремя путями. Когда травы скашивают, их надземная масса и корни остаются под почвой и на ее поверхности. Эта органическая масса накапливается в течение нескольких лет, когда поле занято злаково-бобовой смесью, после чего почву пашут. Частичное разложение растений происходит до уборки злаково-бобовой смеси (обычно 2–3 года), но главным образом — после уборки. Из разлагающегося



растительного материала выделяются в процессе минерализации накопленные в стеблях и корнях питательные вещества. Количество выделенного азота — особенно азота — зависит от количества разлагающейся биомассы и от отношения углерод/азот. Растительные остатки перерабатываются гумус и, что особенно важно, в форму муля — тонкого гумуса. В течение нескольких лет мною проводились исследования этого процесса в рамках проекта, включающего фермы Швеции и Финляндии*.

Третий путь, которым злаково-бобовая смесь снабжает питанием последующие культуры севооборота, — через овец и рогатый скот. Большая часть питательных веществ, содержащихся в травах, метаболизируется в пищеварительной системе животных и выделяется в виде навоза и мочи, которые распределяются по различным культурам севооборота согласно их потребностям. Все это подробно объяснено в справочнике органического фермерства**.

Выделение фермерских хозяйств, аграрная революция

Вначале только большие поместья в континентальной Европе, например, в Польше, обладали техническими знаниями и ресурсами, чтобы сделать необходимые изменения. Хорошо известным пионером этого движения в Швеции был Рутгер Маклин в поместье Сванехольм в Сконе. Несмотря на энергичные протесты, Маклин снес деревни на своей земле, а фермы распределил так, что каждый фермер-арендатор имел в своем распоряжении дом, амбар, сарай и прилегающие земли, за которые он нес персональную ответственность. Новые тех-



Рис. 18. Злаково-бобовая смесь первого года: смесь красного клевера и злаков на экспериментальной ферме Скиллеби в Ярне. На разрезе справа дано изображение, на котором видно развитие корней в верхнем слое почвы (0–20 см) и в подпочве. Слева увеличенное изображение небольшого клубенька, содержащего фиксирующие азот бактерии. Симбиотические взаимоотношения таковы: растение продуцирует энергию в обмен на доступный азот, который оно может усваивать. Источник энергии — солнечный свет, поглощенный содержащим азот хлорофиллом в листьях растений. В процессе фотосинтеза растение образует высокоэнергетические углеводы, которые бактерии используют как топливо для процесса фиксации азота. Здесь мы имеем классический пример взаимосвязанных процессов, благодаря которым возможна жизнь.

* Granstedt, A. & Baeckstrom, G. (2000). Studies of the preceding crop effect on ley in ecological agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture* 15:2:68-78.

** Granstedt A. (ed.) (1998) *Ekologiskt Lantbruk: Fordyupning (Organic agriculture: in depth)*. LT Forlag; Bachinger K.S. & Granstedt A. (eds.) (in press) *Guide book in conversion to ecological recycling agriculture*.

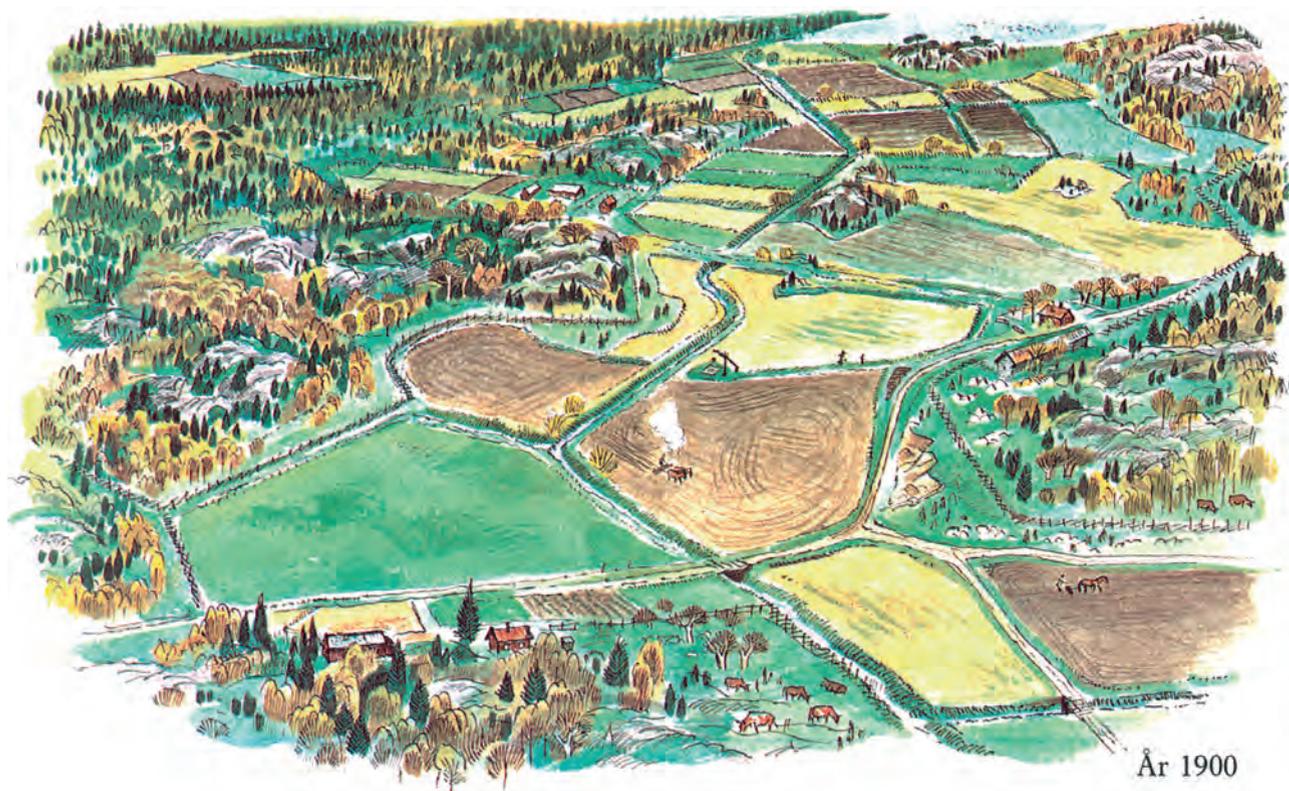


Рис. 20. На рисунке мы видим, что три фермы заменили деревню, существовавшую до великой земельной реформы. Каждая ферма осуществляет севооборот, в котором важную роль играют симбиотически фиксирующие азот бобовые, и каждая ферма имеет стадо рогатого скота и других животных пропорционально количеству корма, которое она производит. Навоз животных и моча возвращаются в почву в период летнего сезона, а в течение зимы накапливаются в навозохранилищах, соединенных с коровником, и затем перевозятся в поля и вносятся в почву в соответствии с севооборотом. Брузевитц, 1985.

Источник: Brusewitz G. & Emelin L. 1985. *The changing landscape: past and future*. Stockholm: LT.

нологические приемы, включая севообороты и выращивание бобовых, были введены приблизительно в то время, когда королевский указ предписывал даже независимым фермерам покинуть свои деревни и переселиться ближе к своим землям. В Швеции эта радикальная аграрная реформа была проведена между 1803 и 1827 годами. За этим в последующие годы были проведены другие подобные реформы. Как показано на рисунках Гуннара Брузевитца (рис. 15, 20 и 21), на выбранном для примера участке в Рослагене, севернее Стокгольма, фермы присоединили большие прилегающие площади, и луга были постепенно пущены под плуг. Рисунок показывает также, что фермерские дома окружены полями бобовых (зеленый) и зерновых (желтый) культур, которые меняются местами в соответствии с принятым севооборотом. Фермер больше не подчиняется решениям совета деревни, но самостоятельно принимает решения. В Швеции «революция» началась на юге и постепенно двигалась на север.

Дания в большей степени сохранила первоначальную структуру деревни, характерную для остальной Европы. Но даже в Дании поля были объединены в более крупные участки (как на рис. 20). Датские фермеры начали увеличивать площади, занятые клевером, начиная с 1700-х годов, что в значительной степени способствовало трансформации бедного дере-

венского ландшафта и деградированных почв. Трансформация хорошо документирована в докторской диссертации Т. Кьерр-гаарда 1994 года²¹. Окультуренные луга с клевером и люцерной появились еще раньше в южной Европе. История введения в культуру бобовых и севооборотов и их значение документально описал в 1962 году²² Хуго Освальд, ректор бывшего Сельскохозяйственного института в Ультуне.

Аграрная революция, начатая в XIX и продолженная в XX столетии, произошла благодаря выдающимся успехам в ряде технологий. Улучшенные орудия труда и более сильные лошади позволили обрабатывать земли, — например, тяжелые глины, — которые прежде невозможно было пахать. Закрытый дренаж имел огромное значение для рационализации работы и повышения продуктивности почв. Озера были взяты под контроль, а болота осушены, что дало возможность освоить новые богатые гумусом земли. Добавление песка и глины в бедные почвы улучшило общий статус окультуренных земель. Этому же способствовала практика разбрасывания по полям богатой кальцием почвы. Начали более широко использоваться калиевые и фосфорные удобрения; они увеличили продуктивность переувлажненных почв в начале XX столетия. Окультуривание болот было приостановлено, так как привело к разложению органического вещества (торфа) в результате минерализации. Разведение животных, производство молока и конструктивная работа привели к развитию аграрных районов и возрослому числу не связанных с сельским хозяйством рабочих мест.

Практика разведения животных была улучшена благодаря использованию инструментальных методов, в результате чего увеличилось производство молока и мяса. Стали заготавливать больше сена, чему способствовало увеличение площадей под бобовыми культурами. Развитие молочной индустрии, скотобоев, рациональный менеджмент зерновым направлением, налаживание мукомольного дела крупными фермами и частными компаниями плюс организация кооперативов производителей — все это были те факторы, которые привели к росту занятости и повышению стандарта жизни.

Как распространялись знания

Разностороннее развитие сопровождалось быстрым распространением знаний, во первых, в имениях высшей знати; затем в XIX веке — в помещичьих имениях, и в XX веке — среди мел-



Аграрная революция, начатая в XIX и продолженная в XX веке, произошла благодаря выдающимся успехам в ряде технологий

²¹ Kjaerregaard, T (1994) The Danish Revolution 1500–1800.

²² An ecohistorical interpretation. Cambridge University Press. Osvald, H (1962) Vallodling och växtföljder: Uppkomst och utveckling i Sverige [Cultivated meadows and crop rotation: Introduction and development in Sweden]. Stockholm: Natur & Kultur.



В середине столетия сельское хозяйство Швеции достигло пика: ни до, ни после шведские фермы не имели такой продуктивности, основанной на своих собственных возобновляемых ресурсах

ких фермеров. В 1813 году наследный принц Карл Иохан, впоследствии король Карл XIII, основал Шведскую королевскую академию сельского хозяйства с целью «определить (и развивать) основы национальной самодостаточности с учетом природных потенциальных свойств земли». Академия развивала новые сельскохозяйственные методы путем экспериментов на фермерских землях около Стокгольма. Была разработана модель прибыльной фермы и опытным путем испытывались новые орудия труда, сорта культур, способы обработки земли, методы выведения новых пород скота и новые технологии в животноводстве. Результаты этих экспериментов распространяли по всей стране через сеть местных Сельскохозяйственных обществ путем учебной практики, демонстрации участков и ферм и публикаций. В качестве главного форума этой новой отрасли науки Академия ежегодно вручала призы фермерам, которые достигли успеха в повышении продуктивности и освоении новых технологий.

В начале XX века почти все некультуренные луговые земли были превращены в культурные пастбища и сенокосные земли. Вряд ли хоть один фермер продолжал сохранять естественные луга. Оставшиеся участки лугов носили больше характер дополнительных пастбищ, где коровы и телята могли пастись в летние месяцы.

Переработка отходов на каждой ферме

Предварительным условием для такого типа фермерства было: каждая ферма должна иметь столько животных, сколько она может прокормить. Значительная часть выполнения этого условия была и продолжает определяться выращиванием кормов. Разница между тем, что было тогда и есть теперь, заключалась в том, что весь навоз со всеми содержащимися в нем питательными веществами возвращался в землю в замкнутом цикле. В середине века культивированные пастбища с бобовыми составляли около 40% окультуренных земель в Швеции. Такая пропорция была характерна для всех стран северного региона.

Разнообразие севооборотов, состоящих из сохраняющих плодородие земли клеверных пастбищ, кормовых культур, зерновых и корнеплодов, в соединении с животноводством делало возможным достижение высокого уровня продуктивности, который могли дать сорта и технологии того времени. В дополнение к снабжению продуктами национального населения в 7 миллионов человек шведские фермы производили корма для 500 000 лошадей, которые все еще оставались основной тягловой силой в шведском сельском хозяйстве 1950-х годов.

До 1950-х шведские фермы приобретали относительно немного топлива и удобрений. До тех пор в почву вносили

некоторые минералы — калий и фосфор, в то время, как потребность в азоте удовлетворялась главным образом за счет бобовых. *В середине столетия сельское хозяйство Швеции достигло пика: ни до, ни после шведские фермы не имели такой продуктивности, основанной на своих собственных возобновляемых ресурсах.* Фермы, а позднее местные производственные кооперативы все еще несли ответственность за значительную часть переработки продуктов питания за счет местных ресурсов. Приблизительно одна четвертая часть населения страны была занята в сельском хозяйстве в конце 1950-х.

В Швеции Эдвард Ноннен одним из первых ввел выращивание клевера в фермерскую практику. Вначале над ним смеялись, когда он сеял клевер на своей бедной ферме Дегеберге, Вестернготланд. Но вскоре ферма приобрела известность как образец для других. Здесь был основан первый Шведский агрономический институт, который предлагал два уровня обучения. Позднее практическая часть обучения была передана в Ультунский агрономический институт в районе Упсалы. Еще позже Ультунский институт стал первым шведским агрономическим университетом.

Известный просветитель в Швеции пэр Джонсон Розьо написал и опубликовал ряд книг по агрономической практике и читал лекции по всей стране, иногда в местных церквях, когда никакое другое помещение не было доступно. Его любимое выражение было: «Книга и Пашня». Его школа для мелких собственников была основана на деньги, собранные фермерами всей страны. В конце концов, школа получила выплачиваемый ежегодно государственный грант, который покрывал стоимость демонстрации сельскохозяйственных культур с образовательной целью.

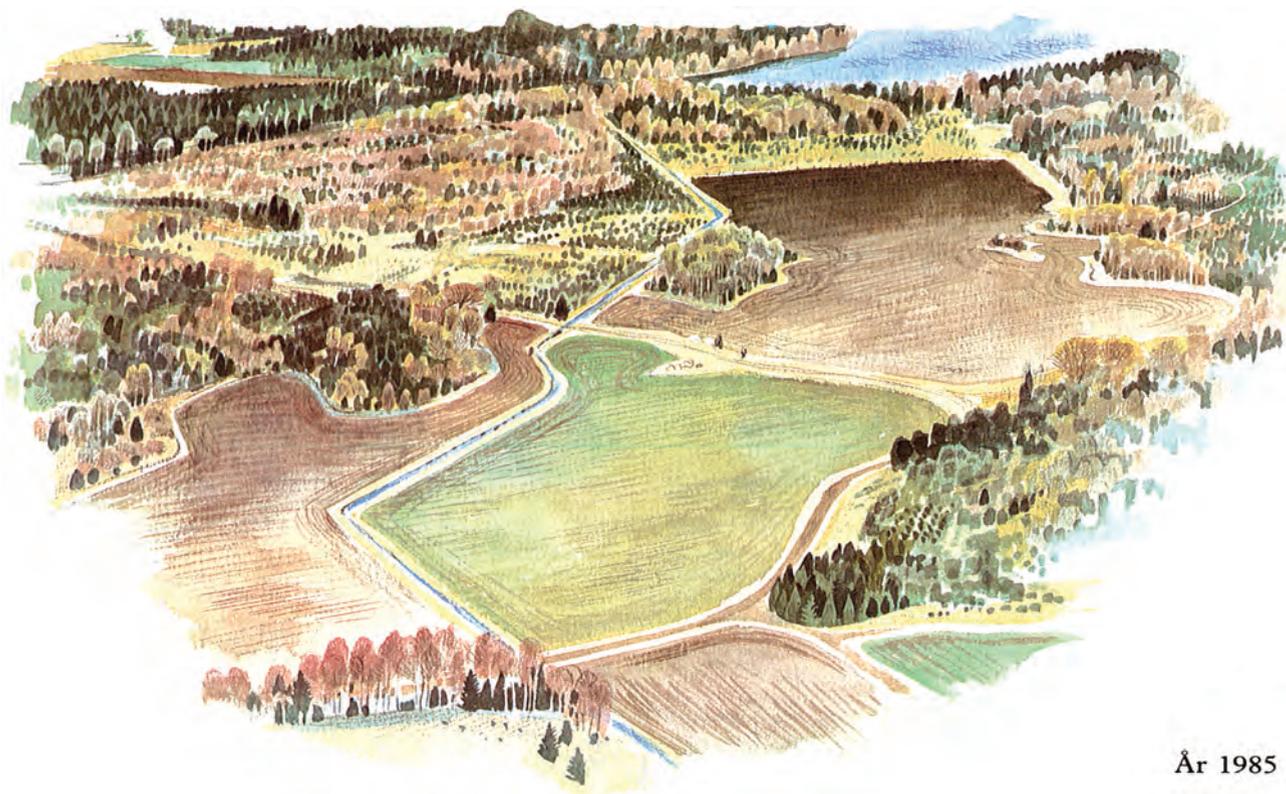
В Финляндии нобелевский лауреат Артур Виртанен положил начало исследованиям, как с помощью бобовых фермы могут стать самодостаточны в обеспечении азотом. Он демонстрировал свои открытия на своей земле возле Хельсинки, которую он приобрел в 1930-х. Однако всего через несколько лет минеральные азотные удобрения победили и в Финляндии.

Сельское хозяйство с разорванным циклом

В первой половине XX столетия фермы выращивали растения и держали животных в таком количестве, которое могло обеспечить устойчивость хозяйства. После 1950 года растущее применение азотных удобрений нарушило живую связь между животными, окультуренными лугами и производством зерна. Вначале минеральные удобрения применяли только как дополнительное средство, но по мере того, как фермы сокращали молочное животноводство, чтобы сконцентрироваться на



Две основных тенденции, каждая из которых ведет к высокой степени специализации



År 1985

Рис. 21. На рисунке изображен тот же самый участок, как на рис. 15 и 20, но подвергшийся трансформации с 1900 года. Фермы, огороженные пастбища, луга, клеверные поля и животные исчезли. Теперь земля используется исключительно под зерновые. Изображенные на рисунке поля теперь являются частью большой фермы. Структурная рационализация, проведенная в послевоенный период, имела далеко идущие последствия; многие мелкие фермы были объединены в более крупные. Производство с использованием минеральных удобрений и энергии топлива сделало ненужными стада рогатого скота и овец, чей навоз был когда-то столь жизненно необходим в замкнутом цикле питания почвы, и позволило отказаться от бобовых как источника азота. Исключительная сосредоточенность на выращивании зерновых привела к обострению проблемы сорняков, вредителей и болезней, что, в свою очередь, потребовало применения пестицидов. Эта тенденция сохраняется до настоящего времени во всех странах, прилегающих к Балтийскому морю. Брузевитц, 1985.

Источник: Brusewitz G. & Emelin L. 1985. *The changing landscape: past and future*. Stockholm: LT.

полевых культурах, минеральные удобрения начали заменять навоз. Фермерство без животных и окультуренных лугов становилось все более распространенным, в то время как рогатый скот и овцы концентрировались на специализированных и более интенсивных фермах. Суммарно эти направления развития представляли собой реорганизацию с упором на две основные тенденции, каждая из которых ведет к высокой степени специализации, которая влекла за собой далеко идущие негативные последствия. Одни фермы, сосредотачивались на производстве зерна, которое, без многолетних культурных трав и скота, становилось зависимым от минеральных удобрений (рис. 21); другие фермы — на производстве молока и мяса.

Хотя около 80% всех культур были кормовыми культурами, большинство шведских ферм не имели стада; животные были только на крупных животноводческих фермах. Сегодня в Швеции насчитывается около 50 000 коммерческих фермерских предприятий. Из них 60% специализированы на растениеводстве, 30% специализированы на разведении животных, производстве молока и мяса, основанном в значительной степени на местных и/или импортированных кормах. Только 10% еще соединяют животных и растения для производства продуктов на рынок. Общее потребление молочных и мясных продуктов растет в то время, как их источником становится все меньшее

количество ферм со все большим количеством животных на каждой. Когда размер стада превосходит объем производящихся на ферме кормов, недостаток приходится восполнять покупными кормами. В результате на ферме растет избыток питательных веществ в виде навоза. Навоз животноводческих ферм вносят на поля в очень высоких дозах, которые содержат азота и фосфора больше, чем выращиваемые на ферме культуры могут использовать; в итоге, избыток элементов питания теряется в окружающей среде.

Циклический оборот органического вещества и питательных веществ на отдельных шведских фермах был нарушен в то время, как количество вносимых питательных веществ, а также их стоки возросли²³.

Больше отходов

Использование минеральных удобрений резко возросло в северном регионе в интервале 1950-1980-х лет (рис. 22). В Швеции использование минеральных удобрений достигло пика в 1980 году, в Финляндии — на 10 лет позже. Увеличение питания, вносимого в почву, не сопровождалось увеличением выноса питательных веществ растениями в форме продуктов питания. Вместо этого пропасть между внесенным и вынесенным количеством постоянно расширялась. Дополнительный азот вводился в наше сельское хозяйство через импортированные корма, из атмосферы с осадками и через биологическую фиксацию. В 1980-х фермеры вносили в почву в четыре раза больше азота и фосфора и в восемь раз больше калия, чем возвращалось в продовольственных продуктах животноводства и растениеводства, которые производили фермы²⁴. С 1980 года среднее количество фосфора и калия снизилось, но использование азота осталось на том же высоком уровне. Хотя избыток фосфора сегодня в среднем уменьшился, остатки все еще высоки. Фосфор продолжает накапливаться на животноводческих фермах, в то время, как на зерновых культурах фосфор применяется в меньших дозах, чем раньше. Сходная ситуация в Финляндии, где фермеры применяют даже больше минеральных фосфорных удобрений, чем в Швеции. Дания приобретает значительно больше удобрений в форме кормов и сопутствующих добавок, чем любая другая страна в регионе Балтийского моря. Разница между объемом применяемых

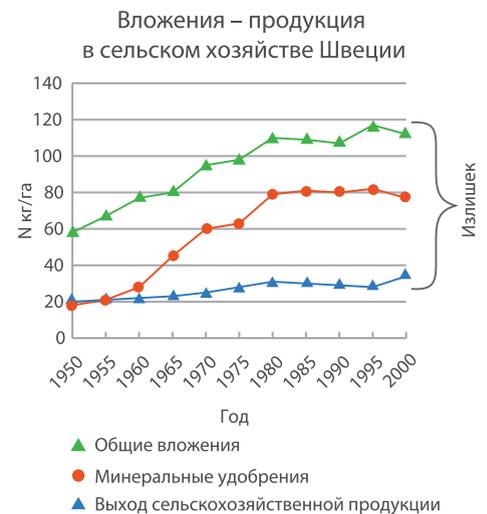


Рис. 22. Между 1950-ми и 1980-ми годами ежегодное использование минеральных азотных удобрений в шведском сельском хозяйстве выросло с 20 кг азота на гектар до 80 кг и остается на таком же высоком уровне в конвенциональном хозяйстве и сегодня. Разница между общим количеством азота (110 кг азота на га), поступающего в виде минеральных удобрений, импортируемых кормов, биологической фиксации и атмосферного азота, выпадающего с осадками, и потребление азота в виде продуктов продовольствия (30 кг азота на га в продуктах животноводства и растениеводства) влияет на окружающую среду через эмиссию газов (аммиак и «веселящий газ») в атмосферу и сток излишних азотных соединений в озера, ручьи и море (основная причина эвтрофикации Балтийского моря).

²³ Granstedt, A (1995) Studies on the flow supply and losses of nitrogen and other plant nutrients in conventional and ecological agricultural systems in Sweden. *Biological Agriculture and Horticulture* 11:51-67.

²⁴ Granstedt, A (2000) Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing the load to the environment: Experience from Sweden and Finland. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 1570:1-17.



Рис. 23. Азотные и фосфорные соединения вымываются в море сточными водами и реками. В море они стимулируют рост водорослей, приводящий к так называемому водорослевому цветению. Водоросли — морские организмы (Thallophyta), использующие энергию фотосинтеза для своего роста при благоприятных условиях. Избыток азота и фосфора стимулирует их рост.

удобрений и объемом производимой продовольственной продукции отражает объем производимых агроэкономической системой избытков питательных веществ, в первую очередь азота и фосфора, которые выбрасываются в окружающую среду и приводят к ее загрязнению (рис. 22).

Выбросы излишков питательных веществ из сельского хозяйства в окружающую среду — главный фактор эвтрофикации рек, озер и даже моря (рис. 23 и 24). Когда колонии водорослей, состоящие из микроскопического планктона, осенью отмирают, при их разложении происходит поглощение кислорода. Возникающий в результате дефицит кислорода убивает рыб и приводит к распространению лишенных жизни областей на дне моря (рис. 25).

Другие виды активности людей, вызывающие утечку азотных и фосфорных соединений в море, — это домашнее хозяйство, различные аспекты городского хозяйства и сток из

очистных сооружений (рис. 26 а и 26 б). Леса дают утечку азота и фосфора, когда большие площади подвергаются вырубке, и всюду, где леса удобряют. Промышленные предприятия дают утечку азота и, как заводы, так и транспорт увеличивают содержание азота в осадках. Рыбоводческие фермы также вносят свой вклад в эвтрофикацию, если только они не заключены в закрытые аквасистемы. Эвтрофикация Балтики как последствие вымывания излишков азота и фосфора из почвы — одна

Рис. 24. Снимок со спутника цветения водорослей в Балтийском море. Лето 2006.
Источник: NASA (снимок произведен и сделан доступным SMHI)



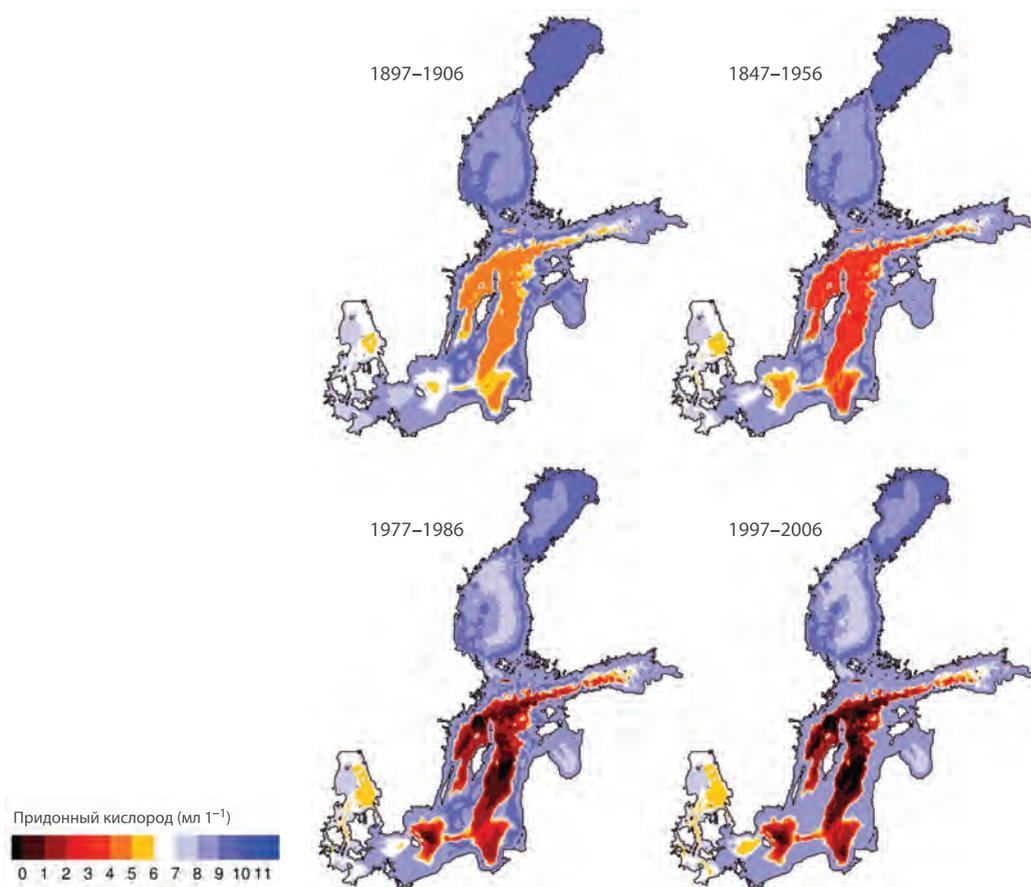


Рис. 25. Области Балтийского моря, лишенные кислорода в придонной воде (меньше 2 мл О₂/ литр воды) (Густавсон и др., 2012)³¹.

из наиболее серьезных экологических проблем, перед лицом которой стоят страны региона последние два десятилетия. Никакие усилия до сих пор не дали заметного улучшения (рис. 27).

С точки зрения экономики эвтрофикация наносит вред и рыболовству и туризму. К этому добавляется проблема с нитратами в питьевой воде в областях интенсивного сельского хозяйства. Избыток азота в почве также вносит свой вклад в эмиссию закиси азота («веселящий газ»). Загрязнение среды азотом сегодня стало глобальной проблемой, которая отражается и на загрязнении морей, и на изменении климата.

Благодаря большой работе по расчету баланса питательных веществ и программе службы советников "Greppa näringen" (ловушка для питательных веществ), утилизация избытков питания в навозе сегодня проводится более эффективно. Использование слишком больших количеств фосфорных удобрений в конвен-

³¹ Gustafsson B.G., Schenk F., Blenckner T., Eilola K., Meier h.E.M., Müller-Karulis B., Neumann T., Ruoho-Airola T., Savchuk O.P., Zorita E., 2011: Reconstructing the development of Baltic Sea eutrophication 1850–2006, *Ambio*, submitted.

циональных растениеводческих хозяйствах приостановлено, хотя на животноводческих фермах все еще наблюдается избыток фосфора благодаря импорту питательных веществ в виде кормов. Избыток азота в конвенциональном сельском хозяйстве все еще растет в соответствии с ростом концентрации в производстве животноводческой продукции. Незначительное снижение в Швеции избытка азота в расчете на гектар является результатом увеличения площади, занятой экологическим сельским хозяйством без использования минеральных удобрений.

Общий избыток азота сегодня в Швеции понизился, но это благодаря снижению производства сельскохозяйственной продукции и росту импорта продуктов питания с тем последствием, что мы также экспортируем часть нашего воздействия на среду.

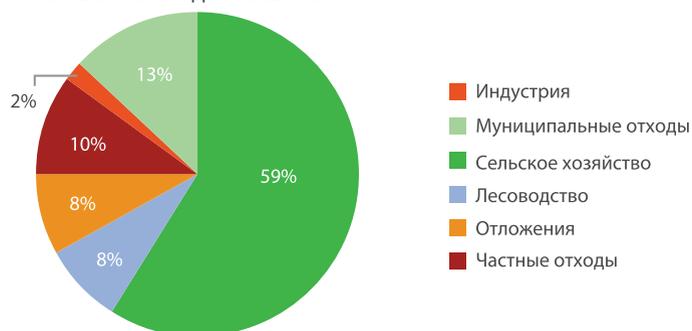
С 1950 года две фермы из трех перестали существовать

Фермерство в Швеции сегодня только слабо напоминает то фермерство, которое было в начале 1950-х. Кроме того, на фермах осталось очень мало людей. Ландшафт также изменился. Занятость в сельском хозяйстве упала с почти четверти рабочей силы до не более 1,1%. В более ранние времена эта часть была еще больше: в 1870 71% населения был занят в сельском хозяйстве и связанных с ним работах. Машины для обработки почвы, посева, уборки урожая, обмолота и других работ уменьшили потребность в рабочей силе и вызвали отток людей в города; другой фактор — комплексная рационализация в организации культивируемых площадей. Сельскохозяйственные холдинги были объединены. Две трети ферм, существовавших в 1950 году, сегодня исчезли; большая их часть была поглоще-

Рис. 26 а и б. Суммарное поступление в окружающую среду азота и фосфора от различных видов человеческой деятельности в бассейне Балтийского моря.

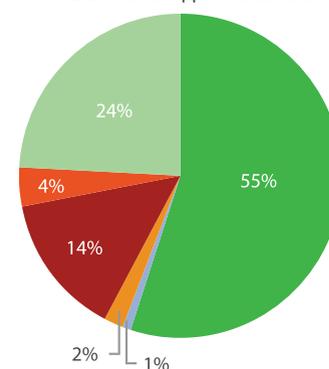
Источник: Хелком (2005).

Суммарное поступление азота в регионе Балтийского моря (BSR) в результате человеческой деятельности



2000 год: 562 000 тонны
(суммарно 822 000 включая фон 260 000)

Суммарное поступление фосфора в регионе Балтийского моря (BSR) в результате человеческой деятельности



2000 год: 29 000 тонн
(суммарно 40 000 включая фон 11 000)

Азотное и фосфорное загрязнение, поступающее из стран бассейна Балтийского моря

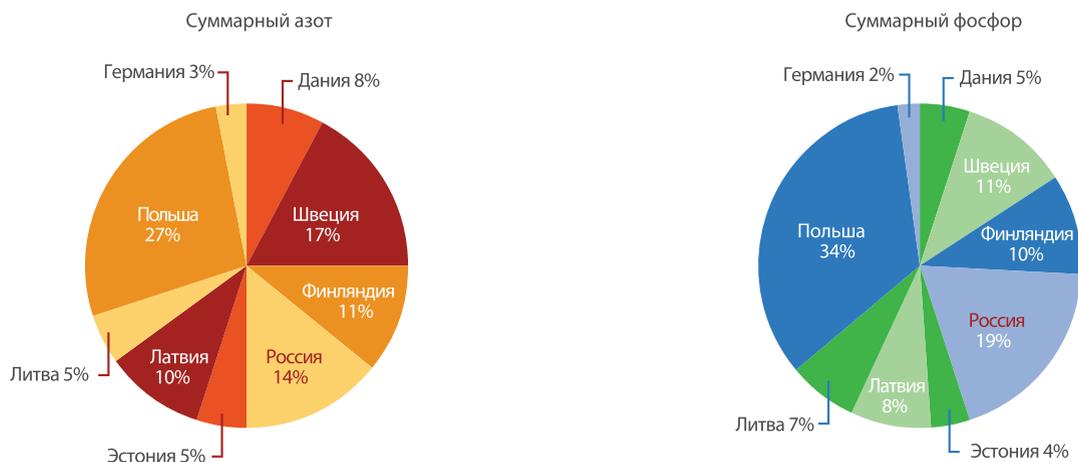


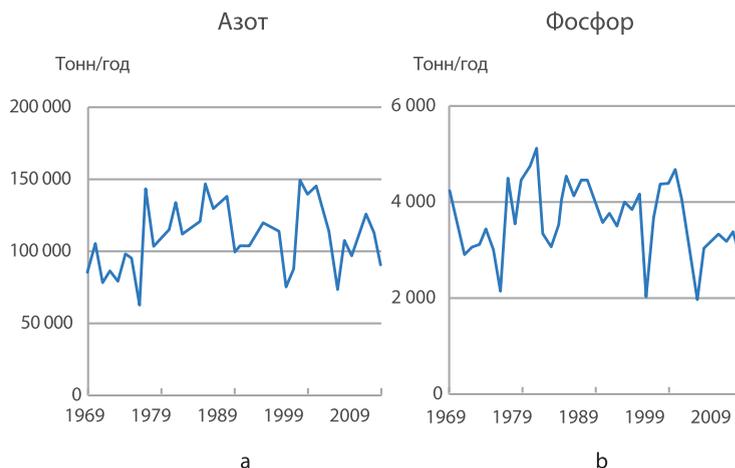
Рис. 27. Суммарное поступление в окружающую среду азота и фосфора в бассейне Балтийского моря и вклад прилегающих стран, по Хелкому (2010).

на окружающими фермами. В тот же период культивируемая площадь сократилась приблизительно до одного миллиона гектар.

Размер отдельных полей увеличился, когда дренажные каналы были заменены сточными трубами, а деревья, кучи камней и валуны были удалены. Даже каменные стены, возведенные с великим трудом в прежние времена по границам полей, были разрушены. (Эта практика в настоящее время запрещена законом.) Маленькие и неудобной формы поля были заброшены и засажены лесом. Теперь один человек может обрабатывать 100 гектар земли. Но проблема не в этом. Мы не пытаемся повернуть часы назад. Даже экологические фермы не могут обойтись без современного оборудования, заменяющего ручной труд. Также нет ничего невозможного, чтобы принять меры для компенсации потери биоразнообразия в более экономически рациональной форме.

Рис. 28 а. Сток азота из шведских ручьев и рек в море, 1996–2006-е годы (тонн/год). Разница между годами обусловлена разницей в осадках и объеме воды, поступающей в море. Несмотря на годовые колебания, общая тенденция направлена вверх. Источник: Статистика Швеции, 2007.

Рис. 28 б. Сток фосфора из шведских ручьев и рек в море, 1996–2006-е годы (тонн/год). Несмотря на значительное ограничение стока благодаря внедрению оборудования по очистке сточных вод и снижению использования фосфорных удобрений, заметного уменьшения загрязнения моря до сегодняшнего дня не наблюдается. Источник: Статистика Швеции, 2007.



ЯРКО-ЗЕЛЕННЫЕ, СВОБОДНЫЕ ОТ СОРНЯКОВ ПОЛЯ — ПОСЛЕДСТВИЯ СПЕЦИАЛИЗАЦИИ

Как мы видим, сегодня ресурсопоглощающее сельское хозяйство — это продукт государственной политики с ее новыми целями эффективности и предписанной специализации, смоделированный как одна из промышленных отраслей. Минеральные удобрения дали возможность получения зерновой продукции без животных. На фермах, имеющих животных, их число выросло. Большие стада теперь требовали большого количества покупных кормов и кормовых добавок. Экологическое равновесие между почвой, растениями и животными было нарушено.

Основные проблемы сельского хозяйства сегодня уходят своими корнями в растущее использование минеральных удобрений и других химических веществ в северных странах в 1950-е, 60-е и 70-е годы. Химизация сделала возможной специализацию ферм без учета законов окружающей среды. Давайте проследим историю, предшествующую появлению ярко зеленых, свободных от сорняков полей, столь характерных для деревенского ландшафта сегодня.

В конце 1940-х шведское правительство сформулировало предложения для сельскохозяйственного сектора, преследующие цель поднять его эффективность, прибыльность и продуктивность. Правительственная политика была выражена в двух основных политических решениях — в 1947 и 1976 годах, — которые указали курс на развитие того типа сельского хозяйства, которое мы имеем сегодня. Подробные рекомендации, данные комиссиями, были нацелены на то, чтобы объяснить направление государственной политики, требующее от шведских ферм специализации и, как следствие, их большей эффективности и способности получать ту же экономию, что и прочие промышленные отрасли. Средства были вполне доступны. Специализация могла быть достигнута заменой переработанного навоза минеральными удобрениями. Была ли соответствующая принудительная политика применена в других странах Балтии, требует дополнительного изучения.

Число ферм, специализирующихся на животных, было меньше, но вместе с ростом размера стада они становились зависимыми от покупки кормов у специализированных растениеводческих ферм. Для дальнейшего повышения продук-

”

В результате существовавшее столетия взаимодействие почвы, растений и животных было нарушено

тивности мясного и молочного производства фермеры начали импортировать белок и высоко энергетичные концентрированные корма на основе пальмового масла и сои. В результате существовавшее столетия взаимодействие почвы, растений и животных было нарушено.

В Швеции как инструменты для достижения этих политических целей использовали надзор за ценами, законы, регулирование и окружные Сельскохозяйственные советы, которые оказывали существенное влияние на приобретение земли и выдачу кредитов. Рекомендации и циркуляры Советов также имели большое значение. Обучение в агрономических школах и на курсах, предлагаемое Советами, следовало требованиям нового времени, так что студентов обучали или интенсивному разведению свиней, птицы, молочных коров или выращиванию зерновых с помощью минеральных удобрений и пестицидов. Есть основания думать, что похожий процесс имел место в Финляндии и Дании. Процесс в Эстонии, Латвии и Литве имеет свою специальную историю. В этих странах были созданы колхозы и совхозы после того, как прежние владельцы земли были насильственно изгнаны и депортированы. Структура земельных владений в восточной и южной Польше сохранила относительно небольшие хозяйства.

Специализированная растениеводческая ферма
Вложения, продукция и избыток азота кг/га в год
(В среднем 563 фермы в 2001–2006,
данные Шведского совета по сельскому хозяйству, отчет 2008:25)

Рис. 29. Азотный баланс на средней специализированной растениеводческой ферме. Азот, поступающий на ферму, это, главным образом, азот минеральных удобрений; меньшие доли приходятся на покупные корма и выпадающий с осадками атмосферный азот. Из общего количества азота, поступающего на ферму — 150 кг азота на гектар в год — 105 кг уходит с урожаем зерна, оставляя избыток 45 кг, который раньше или позже попадет в воздух или воду. Около 80 % всей зерновой продукции — кормовое зерно, которое продается специализированным животноводческим фермам.



Как возникла проблема с излишками питательных веществ

Вычисление баланса питательных веществ растений стало важным инструментом анализа их потока, который позволил понять, где и как накапливаются их излишки, которые выбрасываются в окружающую среду. Это все чаще используется в

Специализированная животноводческая ферма
Вложение, продукция и избыток азота кг/га в год
(В среднем 701 молочная ферма 2000–2006,
данные Шведского совета по сельскому хозяйству, отчет 2008:25)



шведских агрономических исследованиях в рамках специальной программы мониторинга и уменьшения выбросов. На рис. 29 дано схематическое изображение потока питательных веществ растений на средней шведской растениеводческой ферме без животных. Рис. 30 изображает баланс питательных веществ на специализированной животноводческой ферме. Большая часть азотного и фосфорного загрязнения происходит от выбросов специализированных животноводческих ферм, но часть их обусловлена использованием минеральных удобрений растениеводческими фермами, которые продают питательные вещества (в форме кормов) животноводческим фермам, где скапливается большая часть излишков. Добавим к этому, что фактически фермы с самыми большими излишками и соответственно выбросами в среду питательных веществ растений сконцентрированы в ряде регионов — в Швеции, как и в других странах — вокруг Балтийского моря.

Рисунок 32 показывает региональную концентрацию животных в южной Швеции. Здесь потоки питательных веществ растений концентрируются, а выбросы увеличиваются — излишки питательных веществ через поверхностные и подземные стоки вымываются в Балтийское море. Расстояние между двумя видами ферм, зависящее от региональной специализации, большей частью слишком велико, чтобы перевозить на-

* «Единица животных» равна одной молочной корове, 6 телятам или 3 годовикам.

** Программа — совместное предприятие Шведского совета по сельскому хозяйству, Советов шведских окружных администраций, Федерации шведских фермеров и ряда компаний в секторе фермерства.

Рис. 30 а. Баланс азота на средней специализированной животноводческой ферме. Азот, поступающий на ферму, это, главным образом, азот кормов и кормовых добавок с растениеводческих ферм, а также импортных кормов и добавок. В особенности соевый белок из Бразилии вносит свой вклад в шведский дисбаланс азота и сток его в окружающую среду. Другие источники азота — фиксация атмосферного азота бобовыми на фермах, выращивающих клевер, и применение минеральных удобрений на специализированных животноводческих фермах, производящих молоко и говядину. Из общих 200 кг азота на гектар в год 70 кг уходит в молоко и говядину, оставляя избыток, который рано или поздно поступит в воздух и воду.

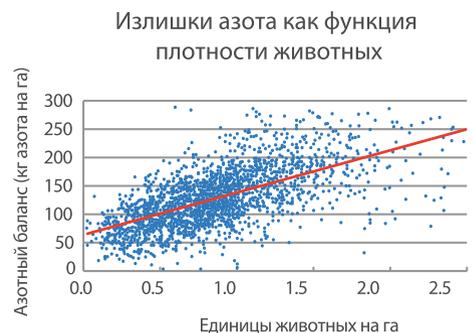


Рис. 30 б. Зависимость между накоплением излишков азота и числом «единиц животных» на приблизительно 1900 животноводческих фермах. Плотность животных на единицу площади прямо коррелирует с величиной излишка (азот на га). Высокая плотность требует больше покупного корма, что увеличивает количество азота, вносимого на поля в форме навоза. Избыток азота вымывается в окружающую среду вместо того, чтобы подвергаться вторичной переработке. Вариации, отмеченные между фермами, отражают разницу в эффективности использования навоза.

Источник: «Focus on Nutrients» (программа, составленная большим количеством участников, по реформированию использования удобрений в Швеции).



Рис. 31. Жидкое натуральное удобрение разбрасывается по поверхности с помощью навозоразбрасывателя с трубками, уменьшающими потерю аммиака, но даже самая лучшая техника не поможет избежать потерь, если применяемые дозы превосходят поглощение растениями. Чем выше плотность животных на ферме, тем больше избыток питательных веществ растений и, следовательно, выход их в среду и, в конце концов, в озера и море.

воз с животноводческой фермы обратно на растениеводческую ферму, откуда поступили питательные вещества (корма). (Это возможно на локальном уровне в случае достаточно коротких расстояний, когда транспорт стоит меньше, чем питательные вещества, заключенные в навозе). Транспорт навоза на большие расстояния с экологической точки зрения также нецелесообразен. Устойчивое решение проблемы излишков питательных веществ и, соответственно, загрязнения, вызванного отходами сельского хозяйства, требует регионального баланса между животноводческими и растениеводческими фермами. Плотность животных на единицу площади в округах с самой высокой концентрацией надо уменьшить вдвое. Чтобы уменьшить выбросы питательных веществ, их следует перерабатывать, а не накапливать, создавая громадные излишки на животноводческих специализированных фермах и во всей стране в целом.

Мы находим этот феномен региональной концентрации животноводства и, соответственно, региональных избытков и выбросов азота во всех странах вокруг Балтийского моря. Более того, современная европейская политика в области сельского хозяйства не только одобряет, но и поощряет региональную концентрацию животноводства — и, значит, все связанные с этим проблемы.

Азот

Целых 80% азота, применяемого в шведском сельском хозяйстве, теряется в окружающей среде. Часть потерь происходит в форме аммиака и закиси азота («веселящий газ»), другая часть — в форме нитратов, которые вымываются в озера и реки. Значительная часть аммиака и закиси азота из навоза на фермах интенсивного животноводства уходит в атмосферу, а затем возвращается в землю и воду вместе с осадками в виде нитратов. Весь этот круговорот заканчивается в море. В зависимости от изменений погоды от года к году объем стока в море может варьировать: больший во влажные годы и меньший в сухие. Предполагается, что продолжающееся глобальное потепление ведет и к увеличению количества осадков, и к увеличению минерализации связанных с органикой питательных веществ растений в почве.

Фосфор

В случае с фосфором возникает более сложная картина, поскольку фосфор более прочно удерживается в почве и поэтому менее мобилен. Часть фосфорных соединений, связанных частицами почвы, попадает в озера и реки в результате почвенной эрозии. В этом процессе играют роль несколько факторов: тип почвы, вид растительности, степень распада почвенной структуры и техника разбрасывания навоза — все это определяет результат. Решающим фактором в отношении стока фосфора, поступающего в Балтийское море, является разрыв

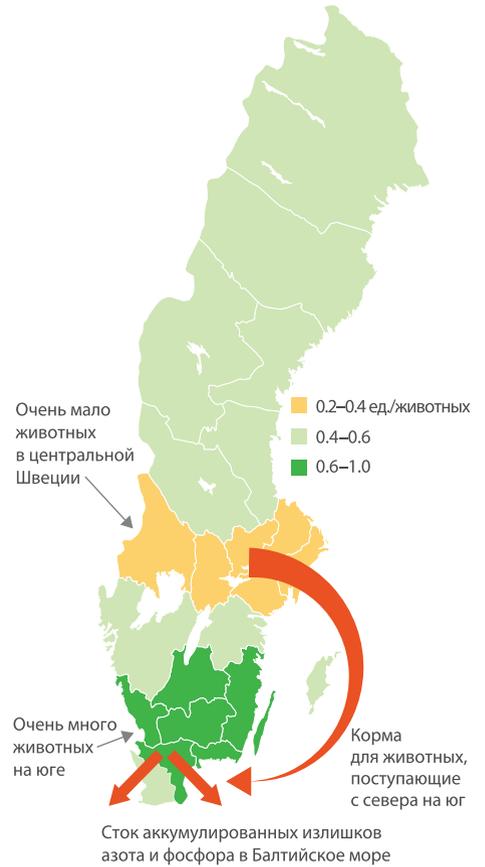


Рис. 32. Региональная концентрация стока в Южной Швеции, где сток азота самый высокий.

Источник: Отчет BERAS 2, (25).



Источник: Хакан Джонсон, МТТ. (Agrifood, Jockis, Finland)

Рис. 33. Полевые исследования в Финляндии (26), иллюстрирующие роль главных факторов. Исследования показали, что 50% стока фосфора в морской бассейн обусловлены менее 20% окультуренной площади. Решающее значение имеет концентрация скота; фосфор на фермах аккумулируется год за годом и, в конце концов, уходит в поверхностные и грунтовые воды.

между количеством аккумулированного на фермах фосфора и количеством, которое могут использовать культуры растениеводческих ферм. Применение меньших доз фосфора на специализированных растениеводческих фермах означает уменьшение фосфора в почве, но не меняет общую ситуацию, так как загрязнение Балтийского моря, обусловленное, в основном, животноводческими фермами с очень высокой плотностью животных, определяется покупными кормами. Излишки навоза и мочи, содержащие азот и фосфор, далеко превосходят способность культур на фермах использовать их.

Рис. 33, полученный на основании полевых опытов в Финляндии²⁶, иллюстрирует факторы в действии. Исследования показали, что 50% фосфора, поступившего в водную среду, обусловлены менее 20% культивируемых площадей. Причина заключается в концентрации животноводства; фосфор аккумулируется там год за годом и, в конце концов, освобождается в поверхностные и подземные воды.

Около 40 000 квадратных километров мертвого морского дна

Проблема осложняется тем, что много стран вокруг Балтийского моря ответственны за азотные выбросы, обусловленные сельским хозяйством, заводами по очистке сточных вод и промышленностью. В проливе Каттегат Дания и Швеция, а в проливе Скагеррак — интенсивное сельское хозяйство Норвегии разделяют ответственность. Утечка с ферм в Сконе и Халланде на юго-западе Швеции составляет 80% от всего транспортируемого в Каттегат азота через реки и ручьи. Среднее поступление азота из этой части Швеции 40 кг на га в год, что почти в 4 раза больше, чем в 1950-х годах²⁷. Дальше на восток в Балтийское море южнее острова Готланд главный вклад вносят юго-восточная Швеция, частично Дания и Польша. На севере Балтики Швеция и Финляндия ответственны за цветение водорослей, достигшее проблематичного размаха на север до Аланда и островов западного и восточного архипелага, включая острова за Турку. В Финском заливе области России вокруг и восточнее С.-Петербурга также вносят свой значительный вклад в загрязнение моря.

Возникший в результате дефицит кислорода в Балтийском море в последнее время привел к полному или близкому к полному отсутствию жизни на дне Балтики. Приблизительно 40 000 безжизненных квадратных километров. Временное улучшение отмечено в некоторых местах в отдельные годы в зависимости от изменений подводных течений, но в целом ситуация с каждым годом ухудшается. Более того, как ожидается, глобальное потепление еще ухудшит ситуацию в связи с увеличением количества осадков в регионе Балтийского моря, более быстрой

²⁵ Granstedt, A Seuri, P and Thomsson, O (2004) Effective recycling agriculture around the Baltic Sea. Uppsala: SLU, Centrum for ekologiskt lantbruk. (Beras Report; 2).

²⁶ Uusitalo, R & Jansson, H (2002). Dissolved reactive phosphorus in runoff assessed by soil extraction with an acetate buffer. MTT Agrifood Research Finland.

²⁷ Andersson, R(1986). Förluster av kväve och fosfor från åkermark i Sverige [Losses of nitrogen and phosphorus from cultivated land in Sweden]. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Dissertation)

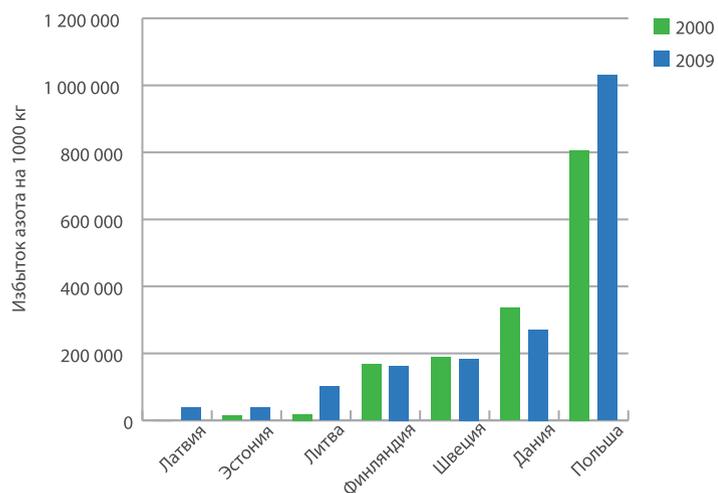
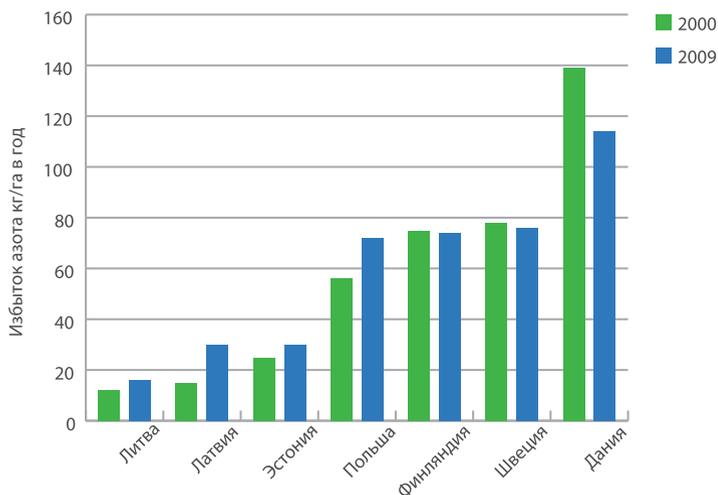


Рис. 34. Излишки азота кг/га в год на окультуренных землях в странах, прилегающих к Балтийскому морю, в интервале 2000–2009 годов. Заметное увеличение отмечено в Прибалтийских странах и в Польше. Только в одной стране — Дании — произошло существенное снижение по сравнению с предыдущим очень высоким уровнем. Это можно объяснить выполнением национальной программы, цель которой достигнуть баланса питательных веществ растений на уровне фермы путем более эффективной переработки навоза и мочи. Слабое снижение, отмеченное в Финляндии и Швеции, объясняется увеличением площади, трансформируемой под экологические методы земледелия, в то время, как уровень конвенционального сельского хозяйства остался неизменным. (Вычисления основаны на текущей официальной статистике соответствующих стран.)

Рис. 35. Общие излишки азота в бассейне Балтийского моря в отдельных странах. Благодаря большой окультуренной площади, Польша имеет самый большой общий избыток и выбросы в Балтику. (Вычисления основаны на текущей официальной статистике в отдельных странах.)

минерализацией связанных органикой азота и фосфора в землях вокруг Балтики и уменьшением солености моря.

«Балтийское Экологическое Безотходное Сельское Хозяйство и Общество» (БЕРАС)²⁸ — главный исследовательский проект, частично финансируемый ЕС, в 1999–2002 годах зафиксировал сток в море излишков питательных веществ растений во всех восьми странах членов ЕС на Балтийской литорали. Исследование показало самые большие излишки азота на гектар, производимые сельским хозяйством и загрязняющим Балтийское море, в Дании, далее следуют Швеция, Финляндия и Польша. Более позднее исследование «БЕРАС- результаты», проведенное в период 2011–2013 гг., отметило, что азотные стоки, поступающие из Польши, заметно увеличились, и в 2007 году достигли почти того же уровня, что и стоки из Швеции (рис. 34). То же самое наблюдалось в Литве, Эстонии и Латвии и все вместе

²⁸ Granstedt, Seuri & Thomsson (2004). Effective recycling around the Baltic Sea. www.jdb.se/beras (Beras rapport; 2. Also: Sveriges Lantbruksuniversitet. Ekologiskt Lantbruk; 41.)

ХЕЛКОМ. Общий принесенный стоком вод азотный вклад каждой страны в 2005 г.

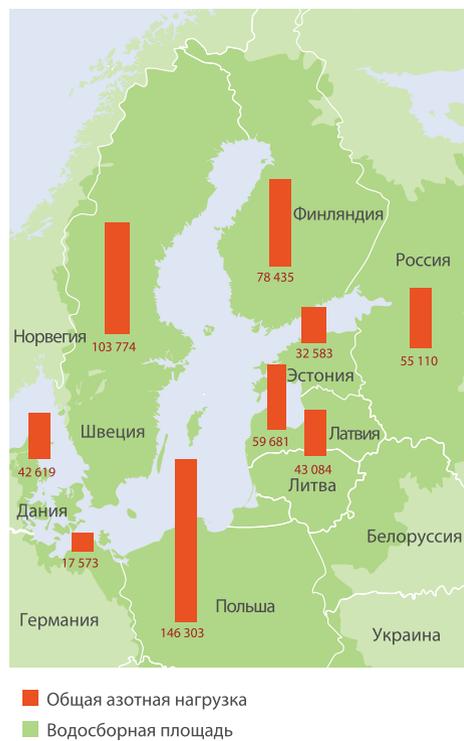


Рис. 36. Принесенное стоком вод азотное загрязнение Балтики (тонн азота) в 2005 году. Швеция на втором месте после Польши в бассейне Балтики по количеству принесенного стоком вод азотного загрязнения. Источник: HELKOM, PLG group 2007.

это дало заметное увеличение нитратного загрязнения Балтики, несмотря на небольшое снижение, отмеченное для Швеции и Финляндии и особенно Дании (рис. 35).

Загрязнение окружающей среды на гектар и общее

Если исходить из численности населения, то азотные выбросы в Балтийское море из Швеции и Финляндии больше, чем из Польши. Но если смотреть с точки зрения размера страны — с 16 миллион гектаров культивируемой площади в Польше по сравнению с 2,6 миллионами в Швеции — то общее загрязнение от Польши окажется самым высоким. Польша имеет также самые большие выбросы фосфора. Излишки и выбросы были невелики в Латвии, Эстонии и Литве в 2000 году после того, как технически хорошо оснащенные колхозы развалились вследствие прекращения существования Советского Союза.

Сельское хозяйство в этих странах понемногу становится на ноги в рыночном смысле и частично в форме крупномасштабных ферм с помощью европейских инвесторов (в частности Дании и Голландии). В этих случаях внедрялись специализированные модели, характерные для фермерства Дании, Швеции и Финляндии в прошлые полвека. Это стало причиной увеличения излишков питательных веществ растений, отмеченного с 2000 года. В Польше все еще значительная часть пахотных земель находится во владении традиционных мелко-масштабных ферм, как противоположность интенсивному фермерству в восточной и южной части страны, тогда как на западе фермерство продолжается в масштабах совхозов коммунистической эры, но теперь в рыночном стиле. В Ленинградской области России создаются крупномасштабные производящие мясо «птицефабрики» и скотобойни. Финансируемое в интересах ЕС и США промышленное сельское хозяйство внедряется в некоторой степени в Прибалтийских странах, а также в Польше²⁹.

Существует возможность того, что причины, породившие проблемы выбросов питательных веществ в Швеции, Финляндии и Дании, могут вызвать сходную ситуацию во всех странах Балтийского моря. Большая часть зерновых, выращиваемых на высоких дозах минеральных удобрений, используется как

²⁹ Термины «птицефабрика» и «промышленное сельское хозяйство» означают производство с высокой концентрацией животных в промышленных масштабах без сопровождающего производства растениеводческой продукции. Масштаб и интенсивность предприятия не позволяют свободного передвижения животных или выпаса, и мало или совсем нет заботы о каждом животном. Кормление и содержание животных большей частью механизированы. В странах, не входящих в ЕС, систематически добавляют в корма антибиотики и стимуляторы роста. Директива ЕС от сентября 1996 года (Council Directive 96/61/EC) указывает, что любое из этих предприятий требует специального разрешения и инспекции, если оно имеет более 40 000 кур, 2 000 свиней, 750 свиноматок или 400 коров.

корма для производства говядины, птицы и свинины. Другие главные потребители кормов — крупномасштабные молочные фермы с очень большим количеством коров. Растущий однонаправленный поток питательных веществ растений бежит от производящих зерно ферм к растущему интенсивному производству продукции животноводства. Дополнительно питательные вещества растений поступают на интенсивные животноводческие фермы с импортными кормами, например соевым белком из Бразилии. Количество питательных веществ, производимых этими фермами, далеко превосходит способность растений усвоить их. В результате образуются излишки питательных веществ, которые ежегодно накапливаются на фермах; они главный источник загрязнения Балтийского моря.

Результаты проекта БЕРАС указывают, что если новые члены ЕС Латвия, Литва, Эстония и Польша увеличат уровень выбросов питательных веществ до уровня Швеции и Финляндии, то сток азота, поступающего в Балтийское море, вырастет более чем на 50%. Изучение, предпринятое Хельсинкской Комиссией (ХЕЛКОМ) подтвердило этот вывод.

Цель никогда не будет достигнута

В Швеции план действий по борьбе с загрязнением моря был разработан в середине 1980-х ("Nav 90")³⁰. По инициативе ХЕЛКОМ (HELCOM) все страны вокруг Балтийского моря договорились уменьшить выбросы питательных веществ в 1995 году на 50% по сравнению с 1987 годом. Соглашение было достигнуто тогда, как и теперь, без упоминания главной систематической ошибки, в которой кроется причина выбросов питательных веществ в сельском хозяйстве³¹. В результате излишки питательных веществ растений в конвенциональном фермерстве продолжают увеличиваться.

Опыт, накопленный к настоящему времени, говорит о том, что меры, сфокусированные не на причинах, а на симптомах, не приводят к долговременному уменьшению выбросов питательных веществ. Жесткое ограничение хранилищ навоза и мочи, регуляция времени разбрасывания навоза, более интенсивное выращивание озимых культур и культивация ловчих культур не дадут эффекта, пока большая часть ежегодных излишков питательных веществ в форме навоза и мочи будет накапливаться на животноводческих фермах, и содержащиеся в них азот и фосфор будут вымываться и загрязнять окружаю-

ХЕЛКОМ. Вынесенный потоками воды фосфор, вклад каждой страны в 2005 г.

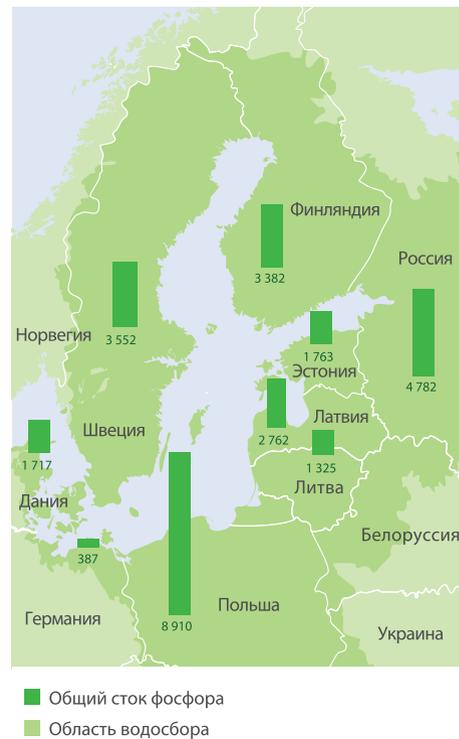


Рис. 37. Вынесенное стоком вод в Балтику загрязнение фосфором (тонн фосфора) в 2005 году. Польша — самый большой источник загрязнения через ручьи и реки в бассейне Балтики. Россия на втором месте. Обе страны не имеют достаточно эффективного оборудования для очистки сточных вод. Швеция, с редким населением и относительно небольшой площадью окультуренных земель, третий крупный источник вынесенных водами фосфорных соединений. Источник: HELCOM, PLG Group 2007.

³⁰ Naturverdsverket (1990) Beredskap för akuta miljöhot mot havet [Sweden's preparedness for acute threats to marine environments]. Rapport; 3698.

³¹ Naturverdsverket (2003) Havet – tid för en ny strategi [The sea; time for a new strategy]. Havsmiljökommissionens betänkande. SOU 2003:72.



Обязательства министров экологии, в отношении окружающей среды, взятые в Кракове в 2007 году, должны быть согласованы с Рамочной директивой морской стратегии, которая предполагает достигнуть хорошего экологического статуса для всех морей Европы к 2021 году

щие озера, реки и море (даже грунтовые воды в некоторых местах) и выделяться в атмосферу в виде азотистых соединений.

Ужасающее состояние Балтийского моря сегодня и возникновение новых угроз в форме внедрения более интенсивных методов земледелия в восточных регионах заставило поторопиться с принятием комплексных мер, чтобы «спасти Балтику». По инициативе ХЕЛКОМ всеми странами, окружающими пролив Каттегат и Балтийское море, одобрен План действий по Балтийскому морю. Однако документально подтвержденная история прошедшего времени дает основания сомневаться, что программа приведет к каким-либо значительным улучшениям, если с участием государства не будет проведена фундаментальная реформа системы сельскохозяйственного производства во всех районах. Реформа должна вернуть сельское хозяйство под власть законов Природы, изложенных ранее: кругооборот питательных веществ растений в закрытом цикле, основанном на соединении растениеводства и животноводства на ферме.

Министры экологии всех стран Балтики собрались в Кракове 7 ноября 2007 года, чтобы подписать План действий по Балтийскому морю ХЕЛКОМа, который предлагает как общую цель снижение общего ежегодного сброса азота в Балтийское море до 135 000 тонн (20% снижения), а фосфора до 15 000 тонн (снижение около 50%) к 2021 году. Каждая страна взяла на себя определенные обязательства (Табл. 1).

Таблица 1. Контрольные цифры снижения фосфорного и азотного загрязнения Балтийского моря (в тоннах) стран, подписавших План действий по Балтийскому морю, ХЕЛКОМ, принятый в ноябре 2007 года.

Источник: *Towards a Baltic sea unaffected by eutrophication. HELCOM ministerial meeting, Krakow, 15 November 2007.*

	Фосфор (тонны)	Азот (тонны)
Дания	16	17.210
Эстония	220	900
Финляндия	150	1.200
Германия	240	5.620
Латвия	300	2.560
Литва	880	11.750
Польша	8.760	62.400
Россия	2.500	6,970
Швеция	290	20.780
Трансграничный общий пул*	1.660	3.780

* Сток, который нельзя отнести ни к одной из перечисленных стран.

³² European Parliament and Commission (2008) Marine Strategy Framework Directive. Directive 2008/56/EC. Published in Official Journal of the European Union L 164/19/EC (25.6.2008).

Обязательства министров экологии в отношении окружающей среды, взятые в Кракове в 2007 году, должны быть согласованы с Рамочной директивой морской стратегии ЕС³², которая предполагает достигнуть хорошего экологического

статуса для всех морей Европы к 2021 году, и с Рамочными водными директивами³³, которые вступили в силу во всем ЕС в 2000 году. Рамочная водная директива ставит условием, что максимальное содержание питательных веществ должно быть определено для каждого потока или водного пространства в пределах ЕС. Приложение с рекомендациями для аграрного сектора провозглашает принцип, в соответствии с которым количество внесенного на поля навоза должно соответствовать количеству питательных веществ, которое культуры могут усвоить³⁴. Единственное специальное ограничение было дано в Директиве по нитратам, принятой в 1991 году³⁵. Директива по нитратам ограничивала количество азота, внесенного в форме навоза, максимум 170 кг азота на га в год, что в четыре раза больше, чем на экологических фермах, практикующих переработку отходов. Несмотря на щедрый лимит, который касался только навоза, некоторые государства члены ЕС получили разрешение, и это было одобрено, позволяющее животноводческим фермам вносить навоз в количестве 200 кг азота на га в год.

Шведский совет по сельскому хозяйству вычислил, насколько уменьшатся выбросы в окружающую среду питательных веществ растений, если будут использованы все известные в настоящее время методы: ловчие культуры, навозохранилища, регулирование времени внесения удобрений, посев озимых культур, уменьшение вспашки и восстановление переувлажненных земель³⁶. Соответственно вычислениям Совета, максимальное снижение выброса питательных веществ составит для азота 3 335 тонн, для фосфора — 22 тонны. Для сравнения — обязательства, взятые по Плану действий по Балтийскому морю ХЕЛКОМ: снижение выброса азота около 21 000 тонн и фосфора 290 тонн.

Даже если возможно уменьшить выбросы промышленных очистных сооружений и частных очистительных систем, многое еще должно быть сделано прежде, чем обязательства ХЕЛКОМ будут выполнены. Большинство мер, перечисленных в отчете Совета по сельскому хозяйству, имеют кратковременное действие. Они подразумевают снижение накопления и сохранения в почве питательных веществ на ограниченное время. Больше того, их эффективность может быть снижена глобальным потеплением. В долгосрочном плане уменьшение выбросов может быть достигнуто ограничением применения удобрений. Это, в свою очередь, может быть достигнуто более эффективной переработкой питательных веществ в агрофере всех стран.

Вместо предложений, которые ставят на первое место реформирование Шведского сельского хозяйства в направлении экологической переработки отходов, Совет вступает в дискуссию о прекращении культивации земель в пользу расширения



Большинство мер, перечисленных в отчете Совета по сельскому хозяйству, имеют кратковременное действие. Они подразумевают снижение накопления и сохранения в почве питательных веществ на ограниченное время. Больше того, их эффективность может быть снижена глобальным потеплением

³³ European Parliament and Commission (2008) Marine Strategy Framework Directive. Directive 2008/56/EC. Published in Official Journal of the European Union L 164/19/EC (25.6.2008).

³⁴ Helcom (2007). Recommendation 28E/4, adopted 15 November. Revised Annex III, Part II: Prevention of pollution from agriculture.

³⁵ European Council of Ministers (1991) The Nitrates Directive. Council Directive 91/676/EEC, 12 December.

³⁶ Jordbruksverket (2008) 64 åtgärder inom jordbruket för god vattenstatus [64 measures in agriculture for better water status]. Rapport; 2008:31.

площади многолетних трав в жизненно важных областях страны. Подобные идеи были выдвинуты в Финляндии.

Если бы эти предложения были реализованы, производство сельскохозяйственной продукции наиболее вероятно уменьшилось бы и вместо этого увеличился импорт продуктов питания, а это означает, что экологические последствия конвенциональной системы фермерства будут экспортироваться.

Результаты финансируемой ЕС программы БЕРАС за 2003–2006 годы и предварительные данные более поздней программы за 2010–2013 годы были представлены властям и политическим деятелям всех стран.

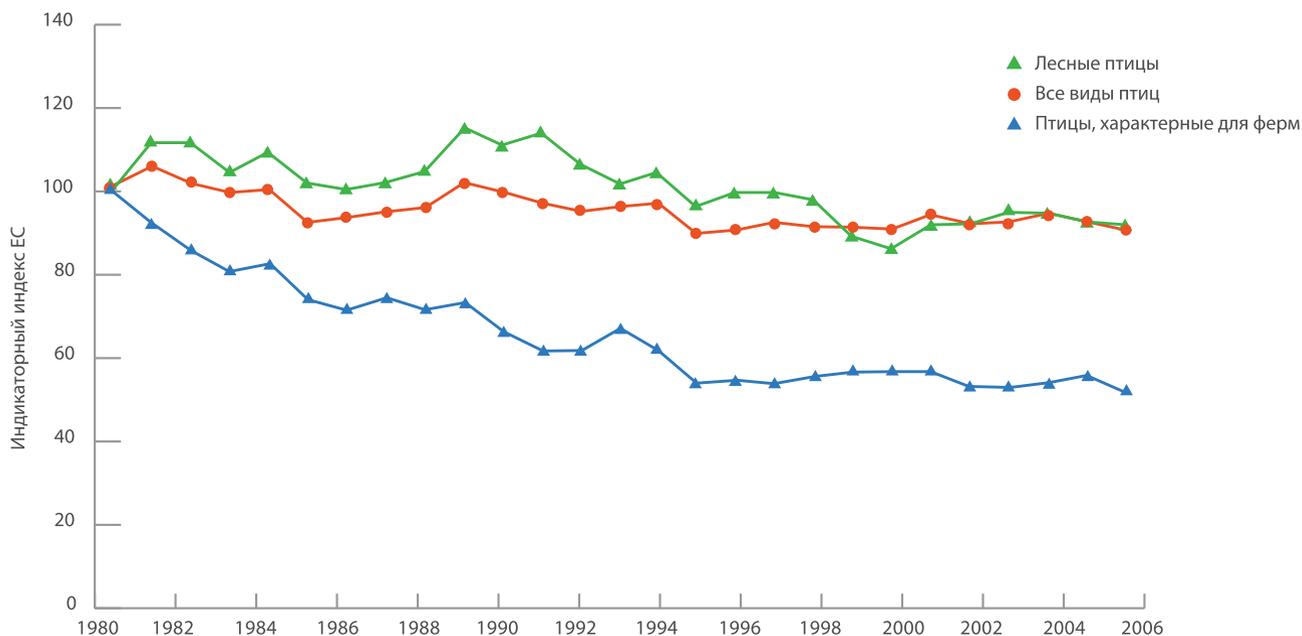
Распространение токсических веществ в окружающей среде Sweden's Environmental Quality Objective, N 13.

«Ценность преобразованного фермерством ландшафта и окультуренной земли для биологического производства продуктов питания должна быть защищена, в то же время биологическое разнообразие и культурное наследие должны быть сохранены и усилены».

До недавнего времени фермы по всей стране выращивали культуры в севообороте, включая в него однолетние и многолетние травы — злаково-бобовую смесь. Эта практика уменьшала распространение вредителей и сорняков, которые «специализировались» на различных культурах. Появление минеральных

Рис. 38 а. В общей сложности популяции распространенных видов европейских птиц уменьшились приблизительно на 10% с 1980 года. Птицы, обитающие обычно на фермах, пострадали наиболее серьезно (около 50%), но пострадали и лесные птицы — снижение на 9%. Падение численности птиц прекратилось с конца 1990-х. Число видов европейских луговых бабочек резко падает (60%) с 1990-х и здесь не наблюдается признаков его стабилизации.
Источник: EBCC/RSPB/Bird Life International/ Statistics Netherlands, 2008.

Распространенные европейские птицы — популяционный индекс (1980 = 100)



удобрений дало возможность фермам перейти на монокультуру, большей частью зерновую, без одновременного содержания скота и птицы и без окультуренных пастбищ. Это привело к росту проблем с вредителями и сорняками. Растущее потребление азота, часто в превышающих дозах на ранних фазах развития, делает культурные растения более чувствительными к грибным болезням. Клеточные мембраны становятся мягче, молодые растения имеют более крупные листья, растут выше и облиственнее — это характерные черты, способствующие распространению грибов и облегчающие грибным гифам проникновение в ткани растений. Устойчивость растений к вредителям снижается. Растущее повреждение культур болезнями, вредителями и сорняками в результате неправильных методов культивации приводит к увеличению применения химических ядов — фунгицидов, инсектицидов и гербицидов, — что происходит параллельно с направлением на использование минеральных удобрений.

Химические анализы и биологическое тестирование нашли остатки пестицидов в продуктах питания. С помощью лабораторных тестов на животных власти надеются установить лимитирующие показатели для этих остатков, что позволит уменьшить вред для здоровья человека. Они говорят, что они взвесили риски, противопоставив им преимущества, полученные от разрешения применять ядохимикаты в сельском хозяйстве. Многие ранее разрешенные химикаты сегодня запрещены по экологическим и медицинским соображениям. Те, кто относились с недоверием к их безопасности, оказались правы.

Если мы рассмотрим относительную вредоносность различных сельскохозяйственных ядохимикатов, то увидим, что пестициды, оказывающие действие на нервную систему насекомых, наиболее опасны. Эти яды широко используются для защиты масличных культур. Переход на так называемые «низкодозовые» пестициды означает только, что эти яды более концентрированы, то есть более токсичны в пересчете на грамм. Пиретроиды, как например дельтаметрин, токсичны в концентрациях на несколько порядков ниже тех, что поддаются определению в водном растворе. Эти яды также медленно разлагаются и могут накапливаться в биологических системах (37). Указанное исследование доказывает, что пестициды, которые убивают насекомых, действуя на их нервную систему, могут действовать также на нервную систему и мозг человека. Комбинированное действие различных токсических остатков — мало изученная область. Лимитирующие дозы для различных химических соединений были установлены в соответствии с тем, какой вред наносит здоровью человека каждое соединение индивидуально. Недостаток исследований так называемого «коктейльного» эффекта как проблему осозна-

ЕС индикаторный индекс распространенных в сельскохозяйственных районах видов птиц



Рис. 38 б. Использование пестицидов сильнее всего сказывается на птицах, обитающих в районе ферм. Рисунок отражает тенденцию снижения численности для птиц фермерской зоны в Швеции, выраженную в единицах индикаторного индекса для птиц этой зоны, принятого в ЕС. За единицу взят индекс 2002 года. Представленные на рисунке величины, которые начинаются с 1975 года, определены без жесткой системы в так называемых свободных точках.

Источник: Ake Lindstrom and Martin Green, University of Lund, Biodiversity and Conservation Science.

³⁷ Adolfsson, T & Reslow, C (2005) Underlag för uppdatering av kontrollprogram för bekämpningsmedel i vattendrag [Base data for the revision of control programs for pesticide residues in surface water]. Lunds universitet, Ekotoxikologi II.

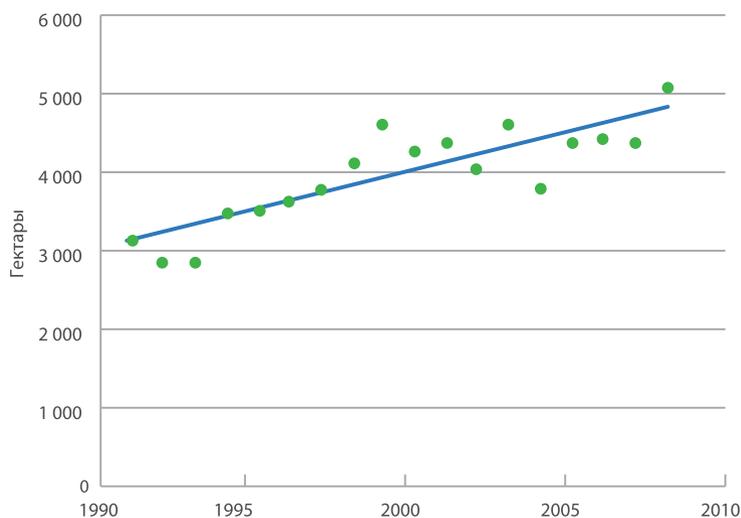
ли совсем недавно. В реальной жизни на нас действует сумма многих различных веществ и некоторые из них могут иметь свойство усиливать совместное действие. Без заключительных исследований этот вопрос остается открытым.

В последние годы полевые испытания обнаружили существенные негативные изменения во флоре и фауне со времени интродукции пестицидов в культурный ландшафт. Популяции некоторых видов птиц уменьшились вдвое в районах с развитым сельским хозяйством. Это падение численности ассоциируется с общим уменьшением биоразнообразия и изменениями в способе использования земли. Существование различных видов растений, образующих семена в различное время, важно для жизни птиц. На полях, обрабатываемых биологическими методами, присутствует большое количество видов растений (называемых сорняками, когда их слишком много), которые, в свою очередь, служат убежищем для полезных насекомых. Некоторые сорняки, как было установлено, улучшают рост, урожай и качество культурных растений. Можно ожидать даже более далеко идущие последствия, если речь идет о генетически модифицированных организмах.

Низкие дозы?

Сегодня на рынке есть несколько гербицидов, применяемых в низких дозах. Только несколько грамм этого гербицида на гектар дают тот же эффект, как несколько килограмм, например, фенокси кислоты. Причина, конечно, в очень высокой токсичности действующего вещества. Утверждение, что использование этих пестицидов происходит в низких дозах, может ввести

Гектарные дозы пестицидов в Швеции 1991–2008



Ри. 39 а. Гектарные дозы пестицидов в Швеции 1991–2008.

Источник: Statistics Sweden. (Yearbook of Agricultural Statistics 2010).

в заблуждение. Расход жидкости при опрыскивании полей снижается, благодаря снижению доз и переход на соединения с низкими дозами. Однако при более близком рассмотрении тех районов Швеции, где применяются токсичные «низкодозовые» соединения, мы увидим небольшое уменьшение объема пестицидов между 1982 и 1992 годами, но повышение в дальнейшем. Общее использование пестицидов возросло более, чем на 60% с 1990 года, несмотря на тот факт, что число органических хозяйств, не использующих химические средства защиты, увеличилось с 3% общей окультуренной площади до 19%, с 80 до около 500 тысяч гектаров. Использование токсических соединений более чем удвоилось на площади, где фермерство ведется конвенциональными методами. Использование пестицидов в Финляндии также выросло (рис. 39 б); то же произошло в Эстонии, Литве, Латвии и Польше.

Таким образом, представление о том, что фермеры используют сегодня меньше пестицидов, так как знают о большом риске и применяют более совершенные технологии, является ложным. В то же время существует сравнительно много опытных данных, свидетельствующих, что вполне возможно выращивать культуры и получать хорошие урожаи без применения химикатов. Доказательство — растущие площади, обрабатываемые органическими методами. Фермеры могут прекратить распылять пестициды в окружающую среду, если перейдут на систему, основанную на развитии биоразнообразия (через севооборот и смешанные посевы), механических методах борьбы с вредителями, технике обработки почвы и рациональном использовании органических удобрений.

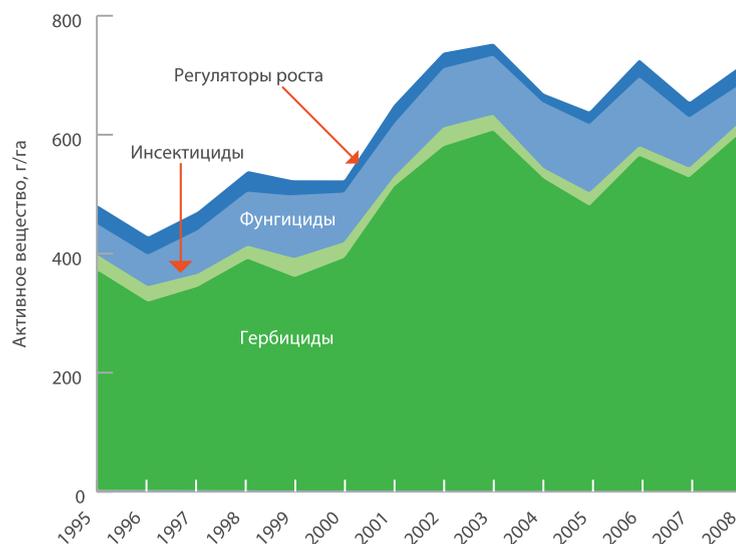


Рис. 39 б. Среднее использование пестицидов и регуляторов роста в Финляндии (выражено в граммах активного вещества) 1995–2008.

Источник: Finland. Ministry of Agriculture and Forestry. Information Centre.

Загрязнение кадмием все еще с нами

Особая проблема — загрязнение кадмием окультуренных земель как результат многолетнего применения фосфорных удобрений, содержащих кадмий. Содержание кадмия в зерне, выращенном на фермах с интенсивными методами обработки почвы, особенно велико. Несмотря на замену удобрений с более низким содержанием кадмия, кадмий продолжает накапливаться в почвах, где его концентрация была уже очень высокой. Использование осадка от очистки сточных вод в качестве удобрения и с целью повышения продуктивности увеличило загрязнение кадмием наряду с другими вредными веществами — остатками пестицидов, антибиотиками и другими лекарствами, гормональными препаратами и т. д. — все это содержится в осадке сточных вод. Жизнь микроорганизмов в почве нарушается, а кадмий в нашей пище, как известно, уменьшает прочность костей и повреждает почки. Последние исследования вызвали предположение, что кадмий может вызывать рак матки и простаты. В свете этих открытий UEFSА, уполномоченный орган ЕС по безопасности продуктов питания, понизил допустимое еженедельное потребление кадмия приблизительно на две трети: с 7 до 2,5 мкг на кг веса тела. Половина населения Европы уверена, что она даже сегодня потребляет больше этой нормы³⁸. Есть также опасения, что содержание кадмия в фосфорных удобрениях растет.



Около 70% продуктов свиноводства получают на свинофермах, содержащих более 750 животных. Свиньи лишены свободы движения и возможности выйти из помещения. У них нет возможности копать в земле, валяться в грязи и вести образ жизни, характерный для свиней

Жестокое обращение с животными

Специализация фермерства приводит к строительству больших помещений для концентрированного содержания птиц и свиней.

Около 70% продуктов свиноводства получают на свинофермах, содержащих более 750 животных. Свиньи лишены свободы движения и возможности выйти из помещения. У них нет возможности копать в земле, валяться в грязи и вести образ жизни, характерный для свиней. Те, кто ухаживает за свиньями в стойлах, вынуждены носить на лице повязки и в ушах затычки, в то время как свиньям приходится всю свою жизнь проводить без этой защиты в экстремально стрессовой среде с громкостью звука во много децибел и пропитанным пылью воздухом. Многие свиньи страдают воспалением легких. Несмотря на такую суровую реальность, шведские продукты из свинины «маркируются» как гуманные — с изображением счастливых свиней с закрученными хвостами — по сравнению с еще худшими условиями в других странах.

Недавно новости о необыкновенно жестоком обращении со свиньями в датской свиной индустрии дошли до общественности: такие тесные загоны, что они ранят и калечат свиней, от-

³⁸ EFSA (European Food Safety Authority). Press release from a research conference held on 30 March 2009 at Lund University in the framework of PHIME (Public health impact of long-term, low-level mixed element exposure in susceptible population), a EU-financed research program.

существование соломы, ампутированные хвосты — все это для производства дешевой свинины и бекона, большая часть которых идет на экспорт. В конце концов, это мы — потребители и этически неравнодушные торговые менеджеры имеем силу реформировать индустрию и положить конец жестокой практике.

Внимание прессы к проблемам массового производства продуктов животноводства и рутинному добавлению антибиотиков в корма вызвало некоторое улучшение положения. Например, теперь в ЕС запрещено добавлять в корма антибиотики; антибиотики применяют только по предписанию. Швеция была лидером в этом движении. В Швеции отмечено относительно меньше случаев появления в животноводстве бактерий, устойчивых к антибиотикам, чем в некоторых других государствах — членах ЕС³⁹. Несмотря на это, отчеты говорят об использовании большого количества антибиотиков в животноводстве и предупреждают, что предписание антибиотиков свиноматкам может вызвать устойчивость к ним, которая может передаваться людям.

Заклучение в клетки или маленькая площадь пола являются суровым ограничением для птиц свободы движения и возможности жить нормальной для кур жизнью, что нарушает всеобщий закон об условиях жизни животных. 95 % всех 5,3 миллионов шведских несушек живут в помещениях, насчитывающих 5 000 и более кур, и многие из птицеводческих ферм не имеют своих посевов культурных растений.

В среднем шведские производители птицы выращивают 85 000 цыплят одновременно и могут прокрутить около 7 циклов в год. Цыплят забивают в возрасте 32–39 дней, когда они достигают общего веса около 1,7 кг (вес нетто 1,2 кг). За свою короткую жизнь они потребляют 3 кг корма для цыплят. Отношение стоимости мяса и корма очень выгодно и было провозглашено как преимущество с точки зрения влияния на климат. Используемые технические средства разведения и более эффективное питание вызвали ускорение роста, что привело к удешевлению птицы, но есть и темная сторона этого явления. Около 15 % цыплят, посылаемых на убой, страдают недоразвитием скелета, что может быть связано с очень быстрым ростом. Организм просто не поспевает за быстрым нарастанием веса. Некоторые цыплята погибают от инфаркта. Если бы им позволили жить дольше месяца, они бы скоро умерли от общего состояния здоровья. Если бы мы поверили, что цыплята могут испытывать страдания, то цена дешевой птицы показалась бы на самом деле слишком высокой. И мы имеем много причин верить, что цыплята страдают. Каждый, кто держал у себя домашних или других животных, знает, как они выражают радость, веселье и печаль.

³⁹ Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) (2008). Årsredovisning 2008 [Annual report of the Swedish National Veterinary Institute 2008].

Разгорелись споры вокруг вопроса, в какой степени цыплята переживают страдание. Изучение поведения животных говорит, что они могут страдать в разной степени. Если это так, то наш способ выращивания несушек и птицу очень далек от естественных условий, когда курица самоотверженно заботится о своих птенцах. Высиженные в инкубаторах и выросшие в тесноте, они представляют собой не более, чем промышленный продукт, об условиях содержания которого знают очень немногие потребители.

Пастбищным животным лучше, но живут они очень недолго

У молочных коров лучшие условия жизни, хотя и здесь масштаб производства увеличивается. Они имеют возможность двигаться, многие свободно пасутся большую часть года. Однако в среднем молочная корова специализированной фермы имеет меньшую продолжительность жизни, чем корова в естественных условиях — только пять лет, около одной пятой продолжительности жизни в естественных условиях. Молочная корова также испытывает постоянное давление, чтобы она выдала как можно больше молока за свою короткую жизнь. Ее кормят зерном в сочетании с соевым белком, в этой диете гораздо больше белка, чем замедленное пищеварение коровы может усвоить. Приблизительно половина всех антибиотиков, применяемых в животноводстве, используется для лечения мастита, воспаления вымени, которым болеет каждая пятая шведская корова хотя бы раз в жизни.

Наиболее щадящая животных форма производства продуктов питания — выращивание коров и овец, которые пасутся на открытом воздухе. Отношение корм/мясо низкое, но животные едят в основном траву и другие растения, которые человек не может переварить. Пастьба дает также питание для земли, которая не годится для окультуривания, и в то же время предохраняет ее от зарастания кустарниками и молодыми деревьями. Животные только с одним желудком — свиньи и птицы — едят то же, что может есть человек. В экологическом смысле, они, можно сказать, конкурируют с человеком за питание.

Если смотреть с точки зрения среды и глобальных ресурсов, мы видим, что большая часть кормов, которая трансформируется в птичье мясо, могла бы лучше потребляться непосредственно самим человеком. В Швеции около 25 % кормов в производстве птицы составляет соевый белок, импортируемый из Южной Америки, где широкомасштабное возделывание сои сопровождается глобальным уничтожением лесов. В мире, где приходится кормить все большее количество ртов и где постоянно сокращается база ресурсов, нельзя скармливать все



Животные только с одним желудком — свиньи и птицы — едят то же, что может есть человек

большую часть богатых протеином культур животным, когда вместо этого они могут служить питанием для людей.

В этих условиях мясные и молочные продукты надо было бы получать за счет жвачных животных, которые едят то, что не могут есть люди, а именно траву и клевер злаково-бобовых смесей. Эти растения играют также важнейшую роль в севообороте, сохраняя и создавая почвенный гумус. Как отмечалось ранее, длительное выращивание зерновых истощает запасы гумуса. Действительно, правильное регулирование резервов органической биомассы почвы в мировом масштабе, даже в районах, специализирующихся на производстве зерна, требует восстановительных периодов выращивания злаково-бобовых смесей с травами и бобовыми типа люцерны и клевера. Чтобы сохранить плодородие, земля, испытывающая медленное, но неизбежное разложение гумуса в течение многих лет, нуждается в пополнении запасов органического вещества. Периоды, предназначенные для злаково-бобовых смесей, дают дополнительные преимущества, являясь потребителями углерода и уменьшая эмиссию парниковых газов.

Конечно, животные с одним желудком имеют свое место в аграрной экосистеме, но при совсем других и гораздо более человеческих условиях и в меньших масштабах. Их роль заключается в использовании всех отходов, производимых человеком: неиспользованные семена, послеуборочные остатки растений (птицы феноменально эффективные сборщики мусора), пищевые отходы (которыми кормятся свиньи). Пасущийся рогатый скот играет фундаментальную роль в северном сельском хозяйстве, где условия идеальны для выращивания трав и клевера. Скармливание коровам богатых белком зерновых скоро, по всей вероятности, будет рассматриваться так, как это и должно — как растрата жизненно важных ресурсов. Мы вернемся в последней главе к обсуждению того, что значит альтернатива нашего питания — продовольственные культуры, которые мы выращиваем, и продукты, которые мы едим, — для окружающей среды и климата.

От производителей энергии до потребителей энергии

Центральной роли, которую когда-то играло сельское хозяйство, используя солнечный свет для создания новых ресурсов, больше не существует. Совсем недавно, в 1950-х годах, сельское хозяйство было эффективным производителем энергии. Выращивая бобовые, фермеры удовлетворяли свои потребности в азоте путем симбиотической фиксации азота; поля и луга производили «топливо», необходимое лошадям для обработки почвы. Солнечная энергия накапливалась в биомассе, составлявшей значительную часть энергии, потребляемой остальным

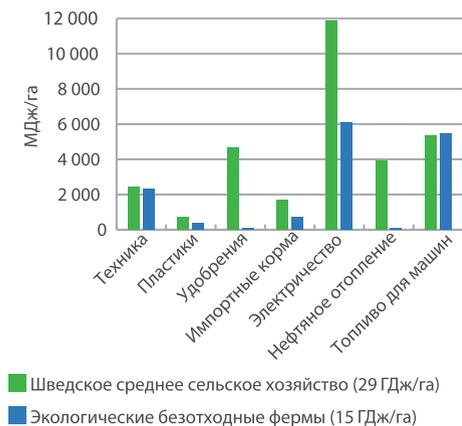


Рис. 40. Использование ресурсов энергии (Мдж/га) в шведском сельском хозяйстве (общее среднее) и в экологическом безотходном сельском хозяйстве.

Источник: Thomsson et al. (20).

обществом, пока уголь, а затем нефть и газ не возвестили начало индустриальной эры. К 1970-м годам модернизированная фермерская практика трансформировала шведские фермы из эффективных производителей возобновляемой энергии в главных потребителей энергии из невозобновляемых источников⁴⁰. Такая же трансформация произошла по всей Европе, хотя и в разной степени.

Тракторное топливо, отопление, энергия для производства машин, минеральных удобрений, импортных кормов и т. д., сегодня потребляет больше энергии, чем ее содержится в продуктах питания, производимых фермой. Баланс может быть выражен или в единицах энергии (мегаджоулях — МДж) или в эквивалентах CO₂ (рис. 40 и 41). Производство одного килограмма минеральных удобрений требует 1,5 литра нефти; более того, современная технология производства удобрений сопровождается выделением засида азота (веселящего газа), сильно влияющего на изменение климата. (Более современная технология, уменьшающая побочный эффект, находится в стадии разработки.) В Дании, импортирующей громадное количество кормов, энергетический баланс выглядит еще хуже.

Рис. 41 показывает влияние на климат эмиссии парниковых газов, образующихся в шведском сельском хозяйстве. В дополнение к эмиссии, отмеченной в таблице, есть еще эмиссия метана, производимого коровами. Однако эта последняя эмиссия сбалансирована генерирующими гумус пастбищами, где пасется скот. Пастбища связывают углерод в форме гумуса и таким образом активно противодействуют глобальному потеплению⁴¹. Животноводство, которое в качестве кормов использует главным образом импортное зерно и сою, также вносит свой вклад в истощение мировых резервов гумуса. Больше об этом будет сказано в главе об экологических последствиях нашего диетического выбора. В будущем сельскохозяйственное производство должно быть основано на экологически оправданной технике культивации земли, использующей сравнительно меньше энергии. Это будет обсуждаться позже в связи с экологической системой безотходного сельского хозяйства, но приведенные на рисунке диаграммы отражают впечатляющий контраст между конвенциональными и ЕРА-фермами.

Рис. 42 изображает использование энергии во всех звеньях так называемой «продовольственной цепи». Был определен чистый показатель влияния на климат каждого фактора в расчете на душу населения Швеции. К этому надо добавить приблизительно 10 тонн, выраженных в эквивалентах CO₂. Обзор литературы, представленный по требованию Шведского агентства по защите экологии, показывает, что с потреблением продуктов питания («от урожая до урожая») связано не менее 28%

⁴⁰ Resursflöden i svenskt jord- och skogsbruk 1956 and 1972 med tonvikt på energiströmmar. Rapport från en arbetsgrupp tillsatt av Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien. [Analysis of the resource flows in Swedish agriculture and forestry 1956 and 1972, with particular attention to energy flows: Report of a working group appointed by the Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry] (1975) Uppsala: Lantbrukshögskolan, Institutionen för ekonomi och statistik. Rapport; 64.

⁴¹ Soussana, J F, Klumpp, K & Tellet, T (2009) Mitigating livestock greenhouse gas balance through carbon sequestration in grasslands. IOP conference series, Earth & Environmental Sciences 6 : 242048 <http://iopscience.iop.org/1755-1315/6/24/242048>. Soussana, J F et al. (2007) Full accounting of the greenhouse gas (CO₂, N₂O, CH₄) budget of nine European grassland sites. Agriculture, Ecosystems and Environment 121: 121–134.

⁴² Naturverdsverket (2008) Konsumtionens klimatpåverkan [The climate impact of consumption]. www.naturverdsverket.se/sv/Klimat-i-forandring/Konsumtionoch-klimat/Konsumtionens-klimatpaeverkan. FOI, Totalförsvarets Forskningsinstitut (2008) [Review of the literature on the climate impact of Swedish consumption].

от общего влияния на климат в расчете на душу населения (рис. 44)⁴². Дополнительное воздействие оказывает уничтожение лесов на землях, которые затем используются для производства добавок к кормам, типа сои, и некоторых продуктов питания преимущественно на экспорт. Это ежегодное уменьшение заключенного в биомассе углерода увеличивает концентрацию углерода (в форме CO₂) в атмосфере. Дополнительный вклад транспорта продуктов питания и приготовления пищи доводит долю, связанную с питанием, до 50%.

Я должен заметить, что около 20% влияния на климат, указанных на рисунке 43, относится к потреблению напитков, табака и других продуктов, не являющихся настоящей пищей. Как руководство к «дружественному по отношению к климату методу питания» такого типа статистическое суммирование может ввести в заблуждение. Как мы увидим из дальнейшего, решающий фактор — это характер агрономической системы, которая производит продукты питания. Даже молочная продукция и говядина могут быть «щадящим климат» выбором, если их получают от коров, которые кормятся клевером и травами, вместо зерна и сои. Пастбища с клевером и травами создают гумусный слой и, следовательно, повышают роль почвы как «климатического стока». Производство зерновых без севооборота, включающего клевер и травы, живет за счет биомассы почвы. Влияние на климат аграриев Швеции до того, как начали использовать энергию топлива, было незначительным. Сельское хозяйство на 100% было обеспечено солнечной энергией и производило продукты питания, одежду, сырье и тяговую силу для остального общества, основанного на источниках возобновляемой энергии. В недалеком будущем сельское хозяйство снова осознает эту свою роль, используя современные методы.

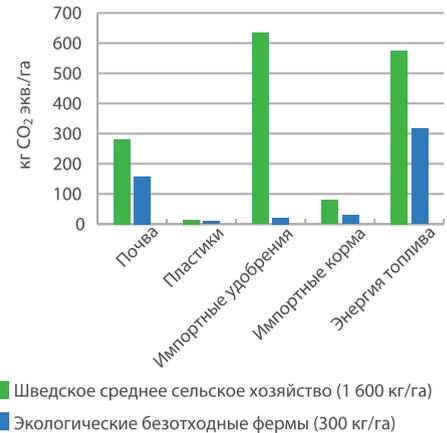


Рис. 41. Показано влияние на климат эмиссии парниковых газов от шведского сельского хозяйства. В дополнение к отмеченной на графике эмиссии происходит эмиссия метана, выделяемого коровами. Однако эта последняя эмиссия уравнивается генерирующими гумус пастбищами, где пасутся коровы. Пастбища связывают углерод в форме гумуса и таким образом активно противодействуют глобальному потеплению. Была вычислена годовая эмиссия 997 кг экв. на га в конвенциональном сельском хозяйстве и 1380 кг экв. на га в экологическом сельском хозяйстве. Площади многолетних трав на ЕРА-фермах на 40% больше, чем на конвенциональных. Животноводство, использующее в основном импортные зерновые и сою, также вносит свой вклад в истощение мировых резервов гумуса. Больше об этом будет сказано в главе об экологических последствиях нашего диетического выбора.

Потребление энергии в Швеции на продовольственные нужды (Christine Wallgren, KTH 2008)

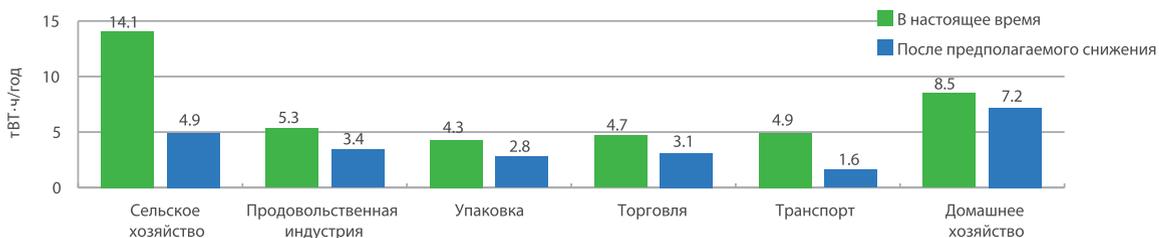


Рис. 42. Использование энергии в продовольственной цепи в настоящее время (2008) и предполагаемое в будущем уменьшение на 60%, выраженное в TWh · ч/год. В 2008 году сельское хозяйство было ответственно за 34% общего потребления энергии. Источник: Wallgren (2008).

Шведский выбросы парниковых газов в Мт CO₂

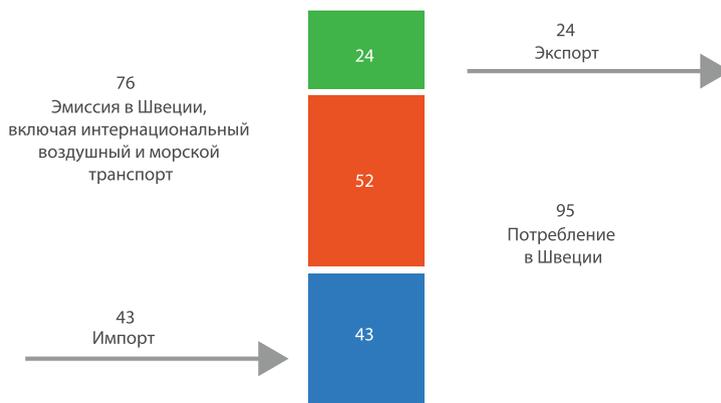


Рис. 43. Эмиссия парниковых газов в Швеции в 2008 году выросла приблизительно на 10 тонн на душу, принимая во внимание тот факт, что эмиссия от импорта в Швецию выше, чем эмиссия, ответственная за шведский экспорт.

Источник: Naturvarvsverket (2008).

Уменьшить на 80 % — как?

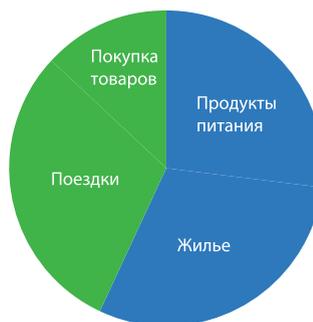


Рис. 44. Эмиссия парникового газа, связанная с потреблением пищи в Швеции, составляет 28 % от общего влияния эмиссии на климат в расчете на душу населения. Источник: Naturvarvsverket (2008). Но на этом рисунке не учтено действие уничтожения лесов для производства продуктов питания и кормов и не прямое воздействие на наше потребление пищи частного транспорта продуктов, частного хранения в домашнем хозяйстве и приготовления пищи, которые на этом рисунке включены в другие секторы.

Шведская эмиссия парниковых газов (CO₂ экв., миллионы), ответственная за потребление продуктов питания, напитков, табака и посещение ресторанов

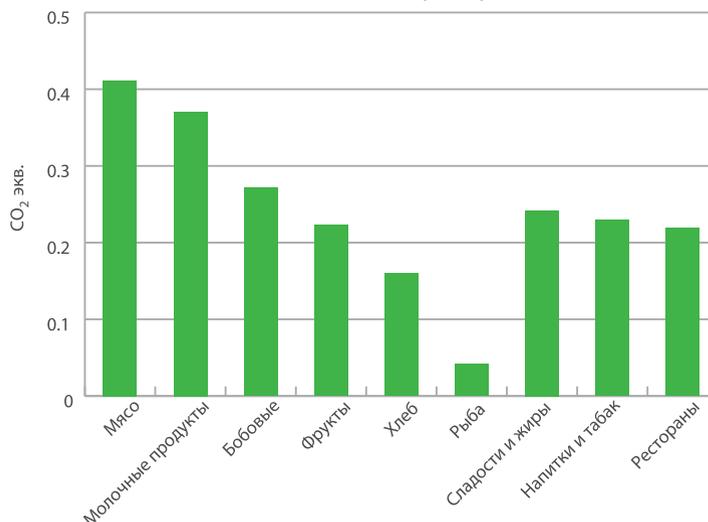


Рис. 45. Продукты питания, напитки, табак (от выращивания до розничной торговли) ответственны приблизительно за 25 % общей эмиссии парниковых газов в Швеции на душу населения (приблизительно 10 тонн CO₂ экв./на душу). Если сюда включить энергию, используемую для приготовления пищи дома, в столовых, кафетериях и ресторанах, плюс влияние уничтожения лесов в тропиках с целью производства продуктов питания, то эта доля возрастет почти до 40 % от общей эмиссии парниковых газов на душу населения.

Источник: Naturvarvsverket (2008).

АЛЬТЕРНАТИВЫ — БИОДИНАМИЧЕСКОЕ, ОРГАНИЧЕСКОЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО

Экологическое сельское хозяйство — это нечто большее, чем техническое решение практических проблем. Это также связано с нашими представлениями о взаимосвязи с Природой и живыми существами.

В 1950-х в Швеции возникло альтернативное движение и заняло свое место наряду с конвенциональным сельским хозяйством. Самое первое из этих альтернативных движений — биодинамическое — было основано Рудольфом Штейнером в 1920-х; самая первая биодинамическая ферма в Швеции появилась в конце 1940-х. Другие альтернативные направления, называемые органико-биологическими, имели в своей основе идеи культивации почвы, реализованные в Швейцарии Хансом Мюллером, врачом, и Х.П. Раушем, микробиологом, в 1940-х. Органико-биологические фермеры уделяли особое внимание микробиологической жизни почвы и ее влиянию на продуктивность и питательную ценность получаемых продуктов.

В Англии то, что мы знаем как органическое земледелие, было введено сэром Альбертом Говардом, также врачом по образованию. Говард особенно хорошо знал технику компостирования (Индор-метод), основанную на традиционной индийской технике, с которой он познакомился, будучи колониальным служащим и главой института растениеводства в Индоре в 1920-х.

Термин «экологическое земледелие» не означает какой-то специфический метод. Экологическое земледелие следует понимать как движение или проект, направленный на специфические цели: достигнуть стабильности в сельскохозяйственном производстве и получать продукцию растениеводства и животноводства высокого качества. Принципы биологической переработки отходов, взаимодействие большого разнообразия живых организмов и возобновляемые источники энергии — все это находится в центре внимания. Как в случае с так называемыми «эко-деревнями», «эко-поселениями» и терминами «гуманистическая экология», экологическое земледелие выходит за пределы техники и технологии, охватывая потребности и ценности человеческих существ. Короче, экологическое земледелие — это новый способ мышления о нашем отношении к Природе и громадному разнообразию живых существ.

⁴³ IFOAM. Principles of organic agriculture. www.ifoam.org/about_ifoam/inside_ifoam/organization.html.

Современное органическое земледелие все больше рассчитывает на финансируемое государством экспериментирование, а также на практику и опыт двух поколений органических фермеров. Органические фермеры всего мира разделяют одни и те же принципы, и сотрудничают с ИФОАМ (Интернациональная Федерация Органического Сельскохозяйственного движения). Сегодня (2009) ИФОАМ объединяет 750 организаций-членов в 108 странах. Органические фермеры следуют ценностям, суммированным в следующих принципах:

Принцип здоровья

Органическое земледелие должно поддерживать и улучшать здоровье почвы, растений, животных и человека, а также планеты в целом как нечто целое и неделимое.

Принцип экологии

Органическое земледелие должно быть основано на живых экологических системах и циклах, работать в согласии с ними, подражать им и помочь выжить.

Принцип справедливости

Органическое земледелие должно быть построено на взаимоотношениях, гарантирующих справедливость и внимание к окружающей среде и всем проявлениям жизни.

Принцип заботы

Органическое земледелие должно быть организовано в духе предосторожности и ответственности за здоровье и благополучие нынешнего и следующих поколений и экологии.

Северная зеленая платформа

На основе норм ИФОАМ для органического земледелия в 1986 году в Северной главе ИФОАМ были сформулированы следующее определение, философия и цели органического земледелия.

Определение. Органическое земледелие есть самоподдерживающаяся, устойчивая и уравновешенная агроэкосистема. Система рассчитывает, насколько это возможно, на местные и возобновляемые ресурсы.

Холизм и этика. Органическое земледелие основано на холистической точке зрения, включая экологический, экономический и социальный аспекты сельскохозяйственного производства в локальной и глобальной перспективах. В органическом земледелии Природа рассматривается как целое, имеющее собственную ценность, а человек несет моральную ответственность за возделывание земли таким образом, чтобы культурный ландшафт вносил положительный вклад в окружающую среду.



Короче, экологическое земледелие — это новый образ мышления о нашем отношении к Природе и огромному разнообразию живых существ

Были поставлены следующие цели:

- производить продукты питания высокого качества, в достаточном количестве и справедливо распределять их;
- экономить природные ресурсы и минимизировать неблагоприятное воздействие на среду;
- перерабатывать питательные вещества в максимально возможной степени;
- поддерживать культурный ландшафт, его видовое и генетическое разнообразие, поддерживать долговременное плодородие почвы;
- содержать овец и рогатый скот так, чтобы животные могли жить в соответствии со своими инстинктами и потребностями;
- дать фермеру удовлетворительный доход, возможность находить радость в своей работе и безопасную рабочую среду.

Как следствие изложенных целей, поддерживать биоразнообразие, экономить естественные ресурсы и избегать негативного влияния на среду; экологическое или органическое земледелие не использует пестициды, минеральные удобрения заводского производства.

Шаг вперед

1980-е годы свидетельствуют о значительном успехе органического фермерства в Скандинавии и Финляндии. В этих странах лидирующее положение в этом отношении занимает Швеция, где площадь пашни под органическим земледелием увеличилась с 1 500 га в 1980 году (0,05 % от общей площади культивируемой земли в Швеции) до 33 000 га (1 %) в 1990, и до 120 000 га в 1997 (больше 4 % от 2,8 млн га культивируемой площади того времени) (рис. 46). В 2010 году 439 000 га или 18 % от всей культивируемой в Швеции земли были сертифицированы как органические (KRAV)⁴⁴. После получения результатов двух главных государственных исследований: Комитета по Новому Направлению в Химической Политике от 1982–1985 гг. и Комиссии по Окружающей Среде и Природным Ресурсам в 1983 году (SOU 1983:56), Швеция ввела целенаправленные ограничения на минеральные удобрения и химические пестициды. Государственная поддержка исследований в области органического фермерства была начата в 1986 в форме создания государственных агрономических консультационных служб для помощи в освоении так называемых «альтернативных» техник. Сегодня широкий ассортимент органических продуктов доступен в трех основных сетях шведского рынка розничной продажи продуктов питания. Спрос на такие продукты превосходит их поступление.

⁴⁴ For information on the Swedish certification system, KRAV, and the criteria for certification, see www.krav.se/System/Spraklankar/In-English/KRAV/.



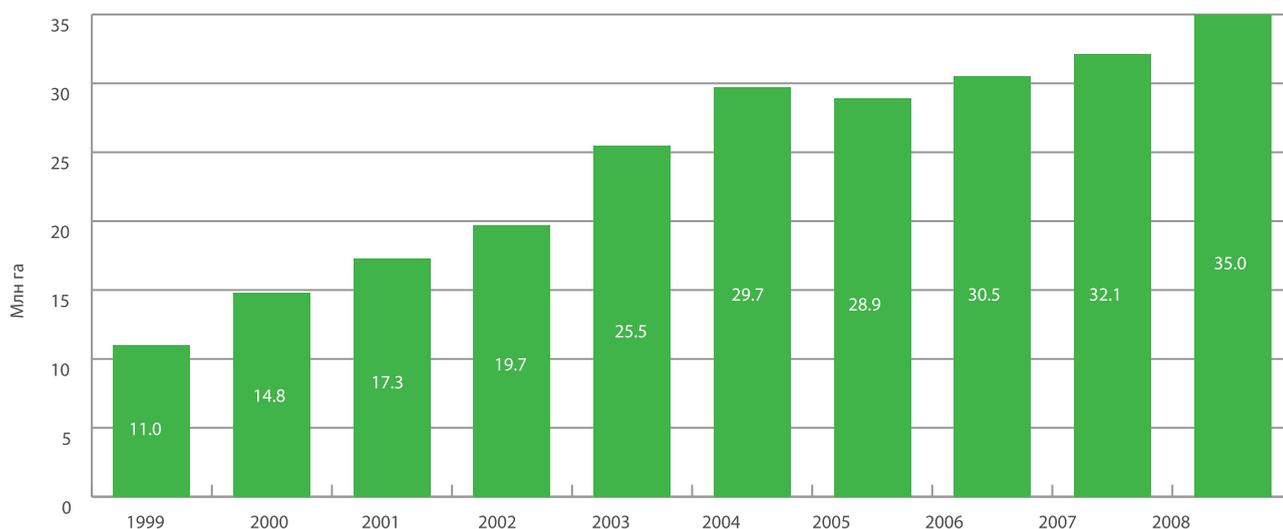
Рис. 46. Экологическое земледелие Швеции в последние десятилетия интенсивно развивается. Культивируемые площади, которые квалифицируются как гарантирующие охрану окружающей среды (по стандартам ЕС) (ЕСО), сегодня составляют около 20% общей обрабатываемой земли. Многие фермеры, которые выращивают культуры по органическим технологиям, сертифицировали свои продукты, получив маркировку по системе Деметер или КРАВ как гарантию для потребителей.

Но исследования и консультационная служба развиваются не так быстро и энергично. Финансирование этих двух направлений не поспевает за реальной скоростью распространения органического земледелия. Факультет природных ресурсов и агрономии Шведского университета сельскохозяйственных наук (SLU) несмотря на настояния сектора органического земледелия, все еще не создал ни одного отделения экологического или органического направления, ни агрономических курсов специально по органическим методам. Университет оправдывает это тем, что экологические методы будут включены в расписание всех отделений.

Аналогичная ситуация наблюдается во многих странах Европы, в том числе в Германии, Австрии, Швейцарии, Швеции и Финляндии, лидирующих в этом отношении. Тем временем органическое земледелие продолжает распространяться по всему миру (рис. 47). В Швеции государство и парламент поставили цель — «20% органики в 2010 году». Главным мотивом, определяющим это постановление является то, что они рассматривают органическое земледелие как важное средство для выполнения шведских национальных Целей Экологического Качества.

В 1950-х, 1960-х и 1970-х годах исследование органического земледелия было предпринято при участии ряда некоммерческих частных исследовательских институтов. Тем временем исследовательские проекты нашли свой путь в некоторые европейские университеты. В Швеции агроном Бо Петтерссон провел пионерскую работу при поддержке Nordisk Forskningsring в Ярне. Можно сказать, что работа Петтерссона послужила основой для развития биодинамического и органи-

Распространение экологического земледелия во всем мире 1999–2008 (исправлено 2010)



ческого земледелия в Северном регионе⁴⁵. Первая шведская докторская диссертация, посвященная сравнению «альтернативного» фермерства и конвенциональных методов была представлена в 1981 году Йозефом Длоухи. Она обобщила результаты полевых опытов, проведенных одновременно в Ярне и SLU под руководством Бо Петтерссона и финансируемых Ekhagastiftelsen, фондом, созданным частным донором, глубоко заинтересованным биодинамическим земледелием. Опыты показали небольшую разницу в урожае (на 5–20% более низкий урожай для органических методов в целом)⁴⁶. На уровне фермы она может быть больше при конверсии на органические методы. Однако существенная разница в пользу органических продуктов была установлена в отношении питательной ценности и продолжительности хранения.

Правила

Сертифицированные продукты питания сегодня на шведском рынке гарантируются организацией, известной как КРАВ (KRAV), и могут носить марку «КРАВ». Продукты, отвечающие критериям

Рис. 47. Общая площадь органического земледелия выросла с 11 млн га в 1999 году до 35 млн га в 2008. Это немного больше 2% всей обрабатываемой площади планеты (2 400 млн га).

Источник: FIBL, Research Institute of Organic Agriculture (2010).

⁴⁵ Dlouhy, J. (1981). *Alternativa odlingsformer — växtprodukters kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling*. Avhandling. Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. (Alternative agriculture — crop products quality in conventional and biodynamic farming, Dissertation. Swedish University of Agriculture.)

⁴⁶ Pettersson, B.D. (1982) *Konventionell och Biodynamisk odling, jämförande forsök mellan två odlingsystem*. Nordisk Forskningsring. Meddelande 32, Järna. (Conventional and Biodynamic Farming, Comparing experiments between two farming systems. Nordic research circle. Report 32, Järna Sweden)



Марка «экологическая продукция» присваивается ряду различных систем земледелия, среди которых биодинамическое земледелие занимает совсем особое место

биодинамического земледелия, могут носить марку «Деметер». В дополнение к международно одобренным принципам и целям, указанным выше, есть ряд детализирующих разъяснений и правил руководства, применимых к разным продуктам и классам продуктов, которые фермер обязуется (в письменной форме) выполнять. Инспекцию фермы и контроль продуктов проводит не КРАВ, а независимая сертификационная организация. Марка «экологическая продукция» присваивается ряду различных систем земледелия, среди которых биодинамическое земледелие занимает совсем особое место. Биодинамическая сертификация включает требование соединения на ферме животноводства и растениеводства и применения некоторых препаратов, разработанных биодинамическим движением, которые должны быть использованы для улучшения жизни растений, а также микробиологической и других видов жизни почвы.

ЦЕЛЬ ДОСТИЖИМА — ПРОЕКТ БЕРАС

Если бы Балтийские государства и Польша развивали конвенциональное земледелие в тех же масштабах, как это сегодня делает Швеция, это увеличило бы сброс азотных соединений в Балтийское море более чем на 50%. Если бы вместо этого страны перешли на экологическое безотходное земледелие, сброс азота снизился бы в два раза, а избыток фосфора стал бы делом прошлого.

В 2003 году исследовательский проект БЕРАС (Балтийское Экологическое Безотходное Земледелие и Общество, BERAS), частично финансируемый ЕС, включающий 48 ферм в 8 странах — членах ЕС вокруг Балтийского моря, приступил к реализации. Проект сравнивал конвенциональную агрономическую систему и систему, включающую очень важные в настоящее время для экологического земледелия критерии: переработка отходов, органические методы. Все это объединено под термином «Экологическое Безотходное Земледелие» — EPA (ERA), принципиальная характеристика которого — соединение животноводства и растениеводства, причем число животных на ферме ограничено количе-

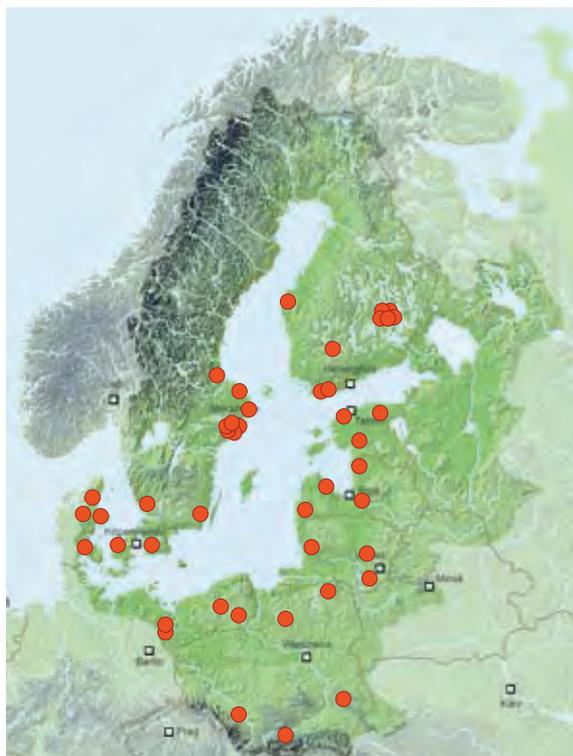


Рис. 48. Карта, указывающая расположение 48 ферм Швеции, Финляндии, Эстонии, Латвии, Литвы, Польши, Германии (Балтийская литораль) и Дании, участвующих в опытно-исследовании в проекте БЕРАС. Территория, относящаяся к России, и российский анклав Калининград являются также частью Балтийского бассейна, но ни одна ферма на этой территории не участвовала в проекте БЕРАС. Партнеры и фермы в России и Белоруссии включены в новый проект БЕРАС-результаты.

БЕРАС проект 2003–2006

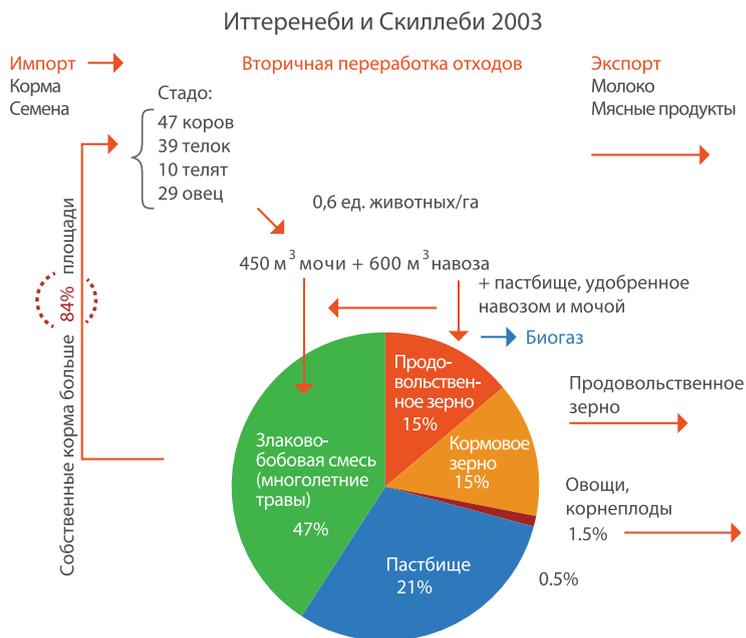
- 20 партнеров из 8 стран
- Опытное исследование на 48 фермах
- Балансы питательных веществ
- Измерение стока
- Энергия и возможность глобального потепления
- Обзор потребления

ством кормов, производимых фермой. 48 участвующих в проекте ферм были отобраны с таким расчетом, чтобы были представлены различные условия для земледелия, существующие в регионе (рис. 48). Проект продолжался три года в 2003–2006 гг. и координировался Биодинамическим исследовательским институтом в Ярне, Швеция. Были привлечены 50 ученых из университетов и исследовательских институтов всего региона.

Проводили исследования влияния ферм на климат, сток питательных веществ растений в окружающую среду и на биоразнообразие. Включены также исследования экономических и социальных аспектов. Методы и результаты исследований были представлены в семи отчетах, опубликованных Шведским университетом сельскохозяйственных наук (SLU), и в ряде справочных научных статей.

Все участвующие фермы соблюдают основные принципы, изложенные в этой книге: связанные с солнцем возобновляемые источники энергии, биологическая переработка отходов и сохранение биоразнообразия. Вмешательство человека в экологию должно гарантировать, что продукты питания и другие

Рис. 49. Поток питательных веществ и биомассы на экологической безотходной ферме с животными. Количество животных и продукция животноводства на этой ферме (Иттеренеби-Скиллеби в Ярне, Швеция) соответствует производству своих собственных кормов на ферме. Источник: BERAS (2009).



Образец фермы ЕРА

Ферма Иттеренеби-Скиллеби в Ярне. Число животных соответствует производству кормов на ферме: 84% культивируемой площади используется для производства кормов и 16% для производства продуктов на рынок. Плотность животных 0,6 единиц животных/га, что является средним для Швеции и Европы при современном уровне потребления мяса.

Окультуренная земля	Га	Год севооборота	Севооборот
Севооборот	106	Первый	Яровые зерновые с подсевом трав
Пастбище	29	Второй	Многолетние травы
Овощные		Третий	Многолетние травы
Корнеплоды	2	Четвертый	Многолетние травы
Общая площадь	137	Пятый	Озимые зерновые
Естественный луг	25		

товары хорошего качества будут производиться в достаточном количестве в рамках фундаментальных экологических принципов. Следует отметить, что это был путь, по которому сельское хозяйство шло до начала XX века, пока современная, требующая больших вложений практика не нарушила правила.

Фермы, которые организованы в соответствии с основными экологическими принципами, самодостаточны в обеспечении себя кормами и удобрениями. Это гарантировано тем, что каждая ферма или объединение ферм содержит не больше животных, чем может прокормить своими кормами. От 60 до 90 % всех питательных веществ, которые поглощают из почвы кормовые культуры, перерабатываются и возвращаются почву в виде навоза. Потребность в азоте покрывается за счет выращивания бобовых — как было до начала использования минеральных удобрений (рис. 46).

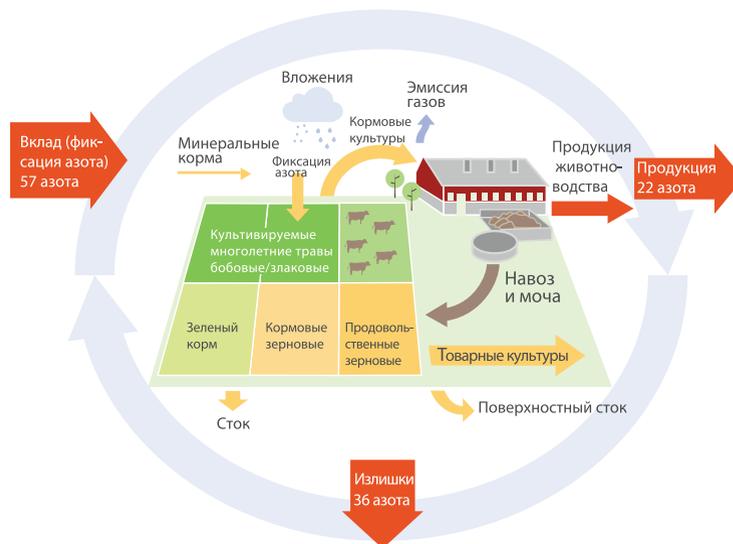
Каждая ферма, участвующая в проекте БЕРАС, имеет следующее:

1. Севооборот разных культур, с достаточно большой долей многолетних трав, включающих бобовые, чтобы удовлетворить потребность системы в азоте за счет биологической фиксации азота без использования минеральных удобрений и химических пестицидов. В случае ферм БЕРАС это означает, что по меньшей мере одна треть севооборота отводится под многолетние травы (злаковые травы и клевер). Пастбища и травы занимают в сумме 50 % окультуренной площади. Более половины кормов животных составляют травы и бобовые вместо зерна и импортной сои.
2. Смешанное производство на рынок продуктов растениеводства (главным образом, продовольственное зерно) и животноводства пропорционально выращенным на ферме кормовым культурам, чтобы обеспечить в максимально возможной степени переработку питательных веществ и избежать накопления их излишков из-за использования покупных кормов. В среднем, это условие соблюдается при содержании 0,6 единиц животных на га, что обеспечивает накопление навоза, соответствующее 50 кг азота на га — менее одной трети количества, разрешенного ХЕЛКОМ и Директивами ЕС по нитратам.

О возвращении назад нет и речи

Распределение культур на биодинамической экспериментальной ферме Скиллеби (рис. 49) характерно в среднем для всех 48 ферм ЕРА. Как показано на рисунке, 84 % окультуренной земли отведено под выращивание кормов для того числа животных, которое соответствует производственной возможности фермы: 47 молочных коров, 39 нетелей, 10 телят и 29 овец в 2003 году. На осталь-

Рис. 50. Простая диаграмма потоков азота на ферме EPA: небольшое количество азота, поступающего на ферму, и максимум переработки питательных веществ растений приводит к возможно наименьшим стокам питательных веществ в окружающую среду. Такая высокая степень переработки может быть достигнута благодаря соответствию количества животных на ферме способности фермы производить корма и использованию многолетних трав с включением бобовых в севооборот. В результате — снижение излишков азота на 50% и на 70-75% меньший сток азота, чем на конвенциональных фермах. Высокая доля клевера в севообороте также способствует связыванию и сохранению углерода в органическом веществе почвы. (Детальный баланс питательных веществ представлен на рис 2. в приложении).



Экологическое безотходное земледелие

- Экономия природных ресурсов и снижение выбросов питательных веществ путем адаптации животноводства (0,6 единиц животных на га) к способности ферм производить корма, так чтобы большая часть питательных веществ могла быть вовлечена во вторичную переработку.
- Самодостаточность в обеспечении азотом благодаря биологической фиксации азота (севооборот с бобовыми как зеленое удобрение).
- Сохранение биоразнообразия и почвы как природного ресурса благодаря разнообразию культур в севообороте, использованию многолетних трав и отказа от химических пестицидов.

ной земле выращивают такие культуры, как продовольственные зерновые, картофель и овощи в количестве, характерном для средней фермы. Распределение земли для разных видов использования соответствует современному стилю потребления, при котором мясо служит главным источником белка.

Модель экологической безотходной фермы не предполагает возвращения к фермерской практике прошлых лет; она означает использование современной техники и знаний, чтобы управлять фермой в гармонии с фундаментальными экологическими законами⁴⁷.

Избыток азота на всех шведских фермах был определен в среднем как 79 кг на га в год в 2002–2004 годах; средний избыток для 12 шведских ферм БЕРАС составлял 39 кг на га в год (рис. 49). Общая продукция животноводства в среднем приблизительно одинакова в конвенциональном и органическом земледелии (0,6 единиц животных на га); разница состоит в том, что на фермах БЕРАС животные распределены по фермам в соответствии с их способностью обеспечить животных кормом. Это предотвращает накопление неиспользованного навоза как излишка питательных веществ. Выделение аммиака одинаково для одного и того же количества животных, но избыток, который загрязняет почву и, в конце концов, Балтийское море на 70–75% ниже на фермах БЕРАС⁴⁸.

⁴⁷ Granstedt, A, Seuri, P & Thomsson, O (2008). Ecological Recycling Agriculture to reduce nutrient pollution to the Baltic Sea. Journal of Biological Agriculture and Horticulture 26: 297–307.

⁴⁸ Larsson, M & Granstedt, A (2010). Sustainable governance of agriculture and the Baltic Sea: Agricultural reforms, food production and curbed eutrophication. Ecological Economics 69:10, (15 August, ISEE).

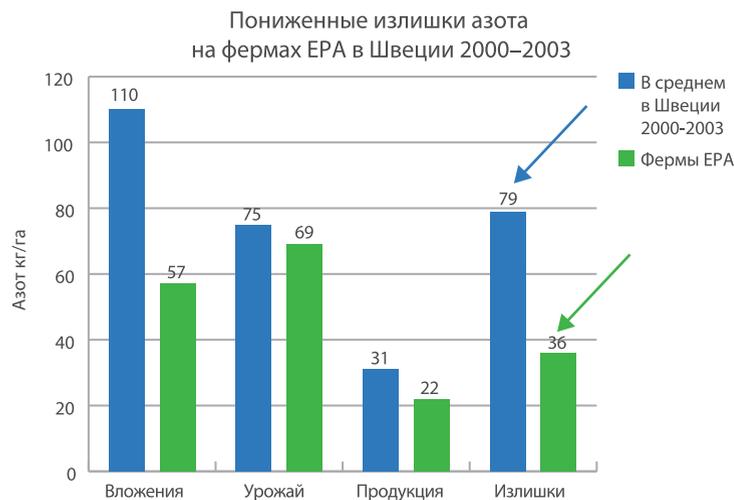


Рис. 51. Фермы EPA в Швеции имеют на 50% более низкие излишки азота на гектар, чем средняя конвенциональная шведская ферма. Биомасса урожая овощей была на 8% ниже, чем на средней конвенциональной ферме (здесь выражено в кг/га азота). Фермы, на которых объединены животноводство и растениеводство, давали на 30% меньше сельскохозяйственной продукции благодаря значительно более высокой доле земли, занятой клеверно-злаковой смесью, обеспечивающей кормами производство мяса в экологическом альтернативном хозяйстве. Источник: BERAS 2003–2006 (2009).

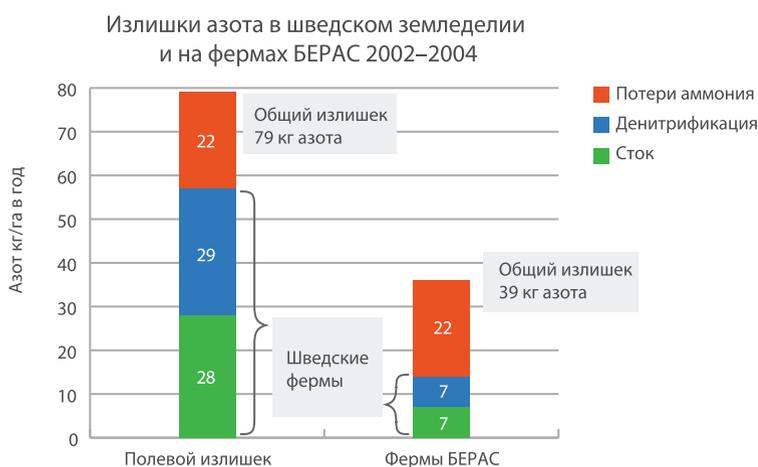


Рис. 52. Если мы исключим выбросы азота в форме аммиака, приблизительно одинаковые в конвенциональном и экологическом земледелии, остаток даст нам меру стока из почвы. Более низкие величины для ферм БЕРАС означают, что сток азота здесь на 70–75% ниже, чем в современном конвенциональном земледелии при той же плотности животных. Источник: BERAS 2003–2006 (2009).

Результаты указывают на то, что на фермах БЕРАС сток азота на 70–75% ниже, чем в конвенциональном земледелии.

Три сценария последствий накопления полевых излишков азота в сельском хозяйстве региона Балтийского моря, полученные в результате исследований БЕРАС

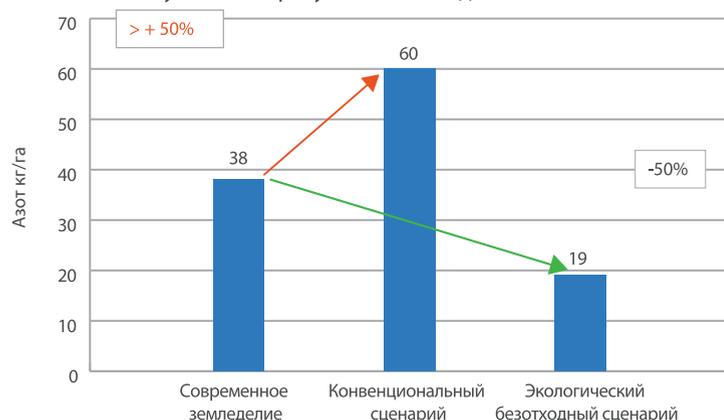


Рис. 53. Результаты проекта БЕРАС предполагают три сценария: 1. Существующее в настоящее время загрязнение азотом требует немедленных мер для спасения морской среды Балтийского моря. 2. Развитие конвенционального земледелия в Швеции, Прибалтийских государствах и Польше означало бы увеличение общего загрязнения азотом на 50%. 3. Конверсия на экологическое безотходное земледелие в соответствии с результатами, полученными на 48 фермах, участвующих в исследованиях БЕРАС, привела бы к снижению загрязнения азотом на 50% и отсутствию загрязнения фосфором. Источник: Gransted et al. (2008).



Рис. 54 а+б. Долговременные полевые опыты на всех полях фермы EPA Скиллеби. Эксперименты сравнивали действие различных схем применения органических удобрений в рамках пятилетнего севооборота: овес с подсевом многолетних трав, многолетние травы 1, многолетние травы 2, многолетние травы 3, озимая пшеница. Опыты проводили с целью сравнить компостированный и некомпостированный навоз в трех дозах, и действие специфических биодинамических препаратов. Было исследовано долговременное действие на плодородие почвы, урожай и качество продуктов. Карта (рис. 54 с) иллюстрирует пять основных элементов фермерского землевладения: разнообразные строения, дома и помещения для скота; расположенный в центре фермы сад; пашня, на которой осуществляется севооборот питающих и истощающих почву культур; окультуренные пастбища и естественные луга для выпаса; леса для топлива и древесины. На карте обозначен также проход, разрешенный для самостоятельных прогулок посетителей вокруг фермы, экспериментальных участков и естественных достопримечательностей ландшафта фермы (карта нарисована в 1996 году Готфридом Гайгером, пионером и лауреатом премии, биодинамическим фермером и советником).

Сравнительные данные, вычисленные на гектар обработанной земли, получены в Швеции, но они характерны и для Финляндии. В других Балтийских странах ситуация отличается благодаря относительно низкому уровню производства и соответственно более низкому выбросу и вкладу в загрязнение среды. Органическое земледелие описанного здесь типа означает более высокую продуктивность при небольшом выбросе. Рис. 50 иллюстрирует выбор, стоящий сегодня перед фермерами Балтийского региона.

Плодородие может быть восстановлено

Гумусный слой почвы тысячами годами создавался растениями, отмершие остатки которых служили грубым материалом для процессов гумусообразования. Окультуривание нарушило эти процессы и вызвало разложение гумуса. Предполагают, что окультуривание новых земель во всем мире уменьшило первоначальный резерв органического углерода в форме гумуса на 60% в районах умеренного климата и на более 75% в тропиках. Как описано в предыдущих главах, вполне возможно остановить деградацию гумуса, используя органические удобрения и культивируя создающие гумус бобовые. К несчастью, это не всегда делается, особенно в районах, где зерновые и другие культуры выращивают с применением минеральных (синтетических) удобрений. Большие площади пахотных земель во всем мире потеряли свое плодородие в результате несовершенных методов земледелия; чтобы компенсировать потери, часто расчищают новые земли, вырубая леса.

Здесь на севере наш более холодный климат замедляет процесс деградации гумуса. Введение многолетних злаково-бобовых смесей в начале 1800-х вызвало восстановление фермерских земель и более бережное отношение к новым участкам, используемым для культивации. Забота о почве, выражающаяся в посеве многолетних трав, и вторичная переработка навоза продолжались вплоть до 1950-х, являясь основой всего сельского хозяйства, но позитивное развитие было прервано здесь на севере, когда некоторые фермы начали выращивать исключительно зерновые. Это направление развития стало обычным в средних районах Швеции и на юге Финляндии, где и сегодня держат мало овец и крупного рогатого скота.

Когда гумуса мало, почва постепенно теряет способность удерживать воду и питательные вещества и жизнь почвы замирает. В результате фермер становится все более зависимым от растворимых удобрений, а почва все труднее поддается вспашке и обработке и требует все более мощной и тяжелой техники. В результате верхний слой уплотняется и спираль негативных последствий продолжает закручиваться.

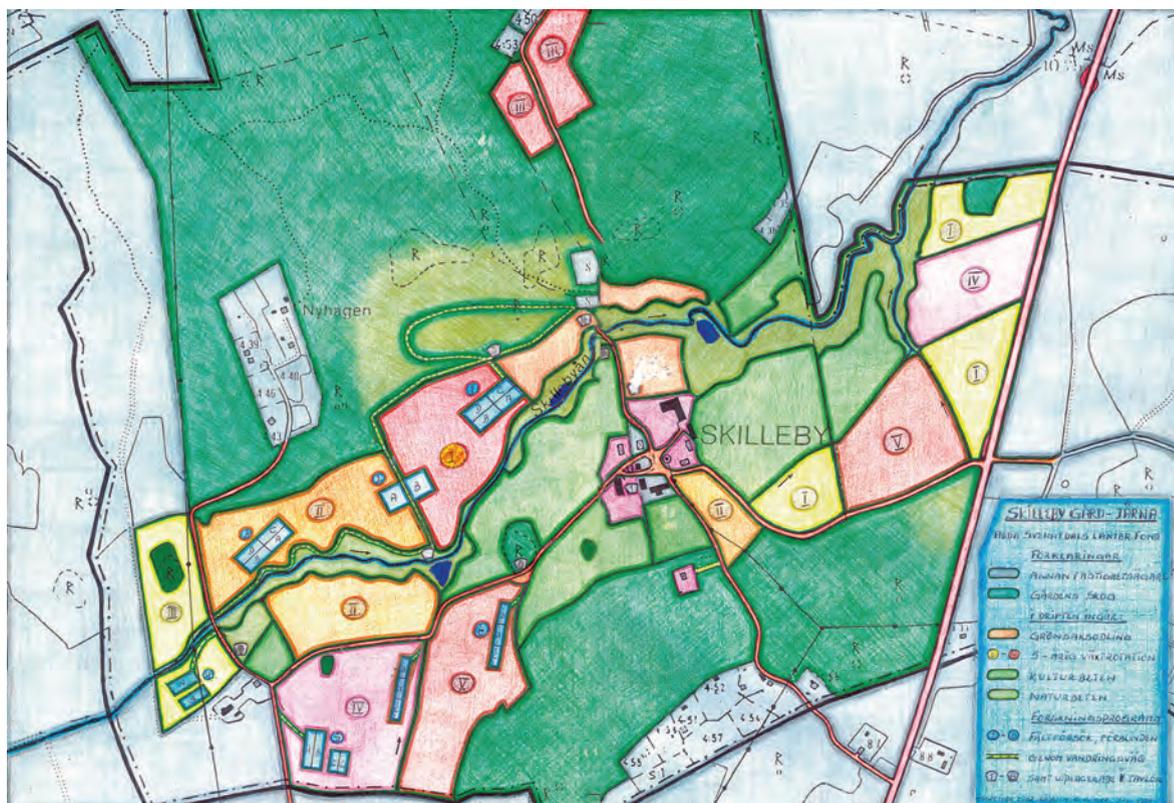
В 1958 были начаты полевые опыты с целью сравнить действие минеральных и органических удобрений в контролируемых условиях в продолжение не менее 32 лет⁴⁹. Исследование показало, что биодинамическая ферма, организованная согласно принципам ЕРА, может в течение двадцати-тридцати лет воссоздать слой гумуса, соответствующего в среднем 900 кг углерода на га в год. Проведенные параллельно в тех же климатических условиях более короткие опыты подтвердили результаты. Похожие результаты были получены в исследованиях в разных частях света.

С 1991 года второе сравнительное исследование проводится под руководством автора (рис. 54). В нем участвует вся экспериментальная ферма Скиллеби в Ярне. После трех, следующих один за другим севооборотов, мы отметили значительное увеличение содержания гумуса в верхнем слое (0–20 см), составляющее 400 кг углерода на га в год (рис. 52). Доказано, что увеличение было значительно больше, когда применялись биодинамические методы и компостирование. Образцы, взятые из подпочвы, показывают, что гумус генерируется даже глубже,

”

Как описано в предыдущих главах, вполне возможно остановить деградацию гумуса, используя органические удобрения и культивируя создающие гумус бобовые

Рис. 54 с. Ферма Скиллеби



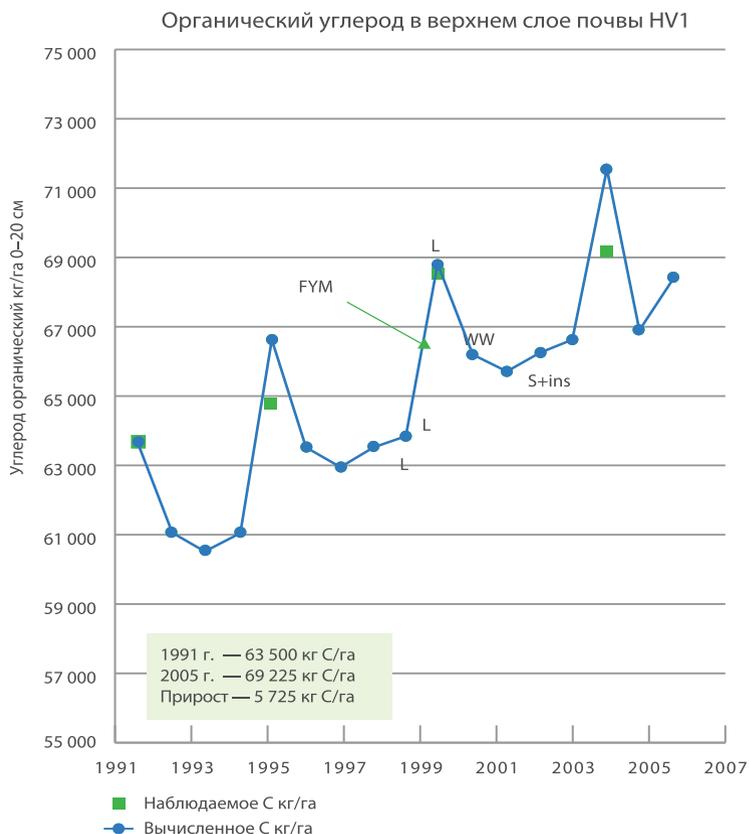
⁴⁹ Granstedt, A & Kjellenberg, L (2008) Organic and biodynamic cultivation: A possible way of increasing humus capital, improving soil fertility and being a significant carbon sink in Nordic conditions. Second Scientific ISOFAR Conference, Modena, Italy, 18–20 June.

чем ожидалось, так что общее количество углерода, аккумулированное в гумусе, приближается к одной тонне на гектар, что соответствует 3 500 кг эквивалентов CO₂. Животные на Скиллеби получают корма собственного производства (клевер и травы), и компостированный навоз возвращается в почву. Многолетние травы с клевером и злаками культивируют в трех из пяти полей севооборота; их влияние на образование гумуса доказано специальным опытом с многолетними травами на ферме⁵⁰.

Бобовые выполняют двойную роль

В последующие годы потребление продуктов питания с ферм ЕРА, культивирующих многолетние травы с бобовым и злаками, уменьшит негативное влияние на климат. Кроме того, эмиссия CO₂, вызванная применением минеральных удобрений, снизится. Культивирование многолетних трав с бобовыми выполняет двойную роль: они связывают атмосферный азот через симбиоз с клубеньковыми бактериями и они помогают создать сток углерода из атмосферы в почву в форме гумуса: непосредственно — в виде послеуборочных остатков растений и разлагающейся в почве корневой системы, косвенно — путем переработки азота кормов в пищеварительной системе животных.

Рис. 55. Результаты исследования плодородия в экспериментах на Скиллеби. Наблюдаемые (зеленые точки) и вычисленные (черные точки) величины на делянке HV1: содержание органического углерода в почве (0-20см) увеличилось с 2,12 % до 2,31 % между 1991 и 2005 годами. Это соответствует увеличению на 5 700 кг углерода на га (приблизительно 400 кг в год). Севооборот: многолетние травы 1 (L), многолетние травы 2, многолетние травы 3, озимая пшеница (WW), яровые с подсевом многолетних трав (Spr.cr + ins).



⁵⁰ Granstedt, A & L-Baekström, G (2000) Studies of the preceding crop effect of ley in ecological agriculture. Journal of Alternative Agriculture 15:2:68–78.

ПРОДУКТЫ, КОТОРЫЕ МЫ ЕДИМ, И ВЗАИМОСВЯЗЬ СПОСОБА ИХ ПРОИЗВОДСТВА С ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДОЙ И ИЗМЕНЕНИЕМ КЛИМАТА

Обычный аргумент против органического земледелия — это более низкие урожаи и, следовательно, органическое производство продуктов требует больше земли. Чтобы создать более полную картину положительных сторон органического земледелия, мы должны учесть, как влияет потребление на окружающую среду: например, сток азота в окружающую среду на душу населения на две трети ниже, если потребитель ест продукты только с ферм ЕРА.

Продукты с ферм ЕРА

Конверсия всего земледелия на систему производства, принятую на 48 фермах БЕРАС, имела бы далеко идущие благоприятные последствия и для здоровья всего Балтийского моря, и для глобального изменения климата. Мы не имеем достаточной информации о потреблении в системе устойчивого земледелия, чтобы сравнить отдельные продукты, произведенные в разных системах. Их оценка требует сравнения современного земледелия с экологическим земледелием с точки зрения нашего выбора продуктов питания, то есть что мы едим, из какой системы они приходят (местного производства или не местного) и как они выращиваются. Система производства плюс вид производимой продукции вносят свой вклад в общее влияние на окружающую среду⁵¹.

В 2004 году 15 семей в Ярне (Швеция), выбравших органическую диету, рассказали в интервью о своем методе питания. Подобное исследование было проведено в Юва, Финляндия и результаты обоих опросов были изложены в проекте БЕРАС⁵². В среднем, потребители органических продуктов в Ярне ориентировались на молочно-овощную диету больше, чем средняя шведская семья. Они ели мяса на 80 % меньше, и это было мясо,

”

Система производства
плюс вид производимой
продукции вносят свой вклад
в общее влияние
на окружающую среду

⁵¹ Hannula, A & Thomsson, O (2005) Consumer surveys in Juva, Finland, and Järna, Sweden, for identification of eco-local food baskets. In: Granstedt, A, Thomsson, O & Schneider, T (eds.) Environmental impacts of ecological food systems; Final report from BERAS WP2. Uppsala: Centre for Sustainable Agriculture (CUL), SLU. BERAS report; 5; Ekologiskt Lantbruk; 46. (Available at www.jdb.se/beras/print.asp?page=32).

⁵² Granstedt, A, Seuri, P & Kuisma, M (2005) Food basket scenarios. In: Granstedt, A, Thomsson, O & Schneider, T (eds.) Environmental impacts of ecological food systems; Final report from BERAS WP2. Uppsala: Centre for Sustainable Agriculture (CUL), SLU. BERAS report; 5; Ekologiskt Lantbruk; 46.

в основном жвачных животных (местная органическая баранина и говядина). Они ели немного больше молочных продуктов, меньше картофеля, но больше корнеплодов и зелени (рис. 56).

На основании проведенных исследований и официальной статистики о среднем ежегодном потреблении продуктов питания в Швеции было предложено четыре альтернативных сценария последствий выбора диеты на изменение окружающей среды и климата.

1. Среднее для Швеции потребление продуктов питания, средняя для Швеции система земледелия 2002–2004 и конвенциональная обработка продуктов и транспорт.
2. Среднее для Швеции потребление продуктов питания, фермы ЕРА, конвенциональная обработка продуктов и транспорт.
3. Среднее для Швеции потребление продуктов питания, фермы ЕРА, локальная (мелко масштабная) обработка продуктов и транспорт.
4. Альтернативное потребление продуктов питания (то есть меньшее количество и различные виды мяса), фермы ЕРА и местная (мелко масштабная) обработка продуктов и транспорт.

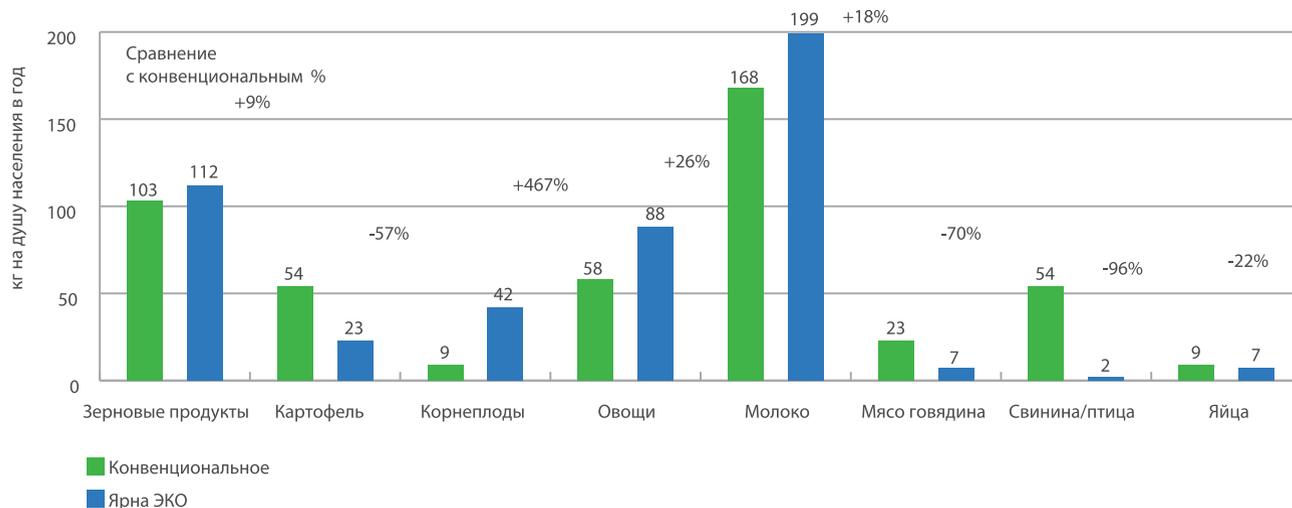
Рисунки 57, 58 а и 58 б суммируют результаты.

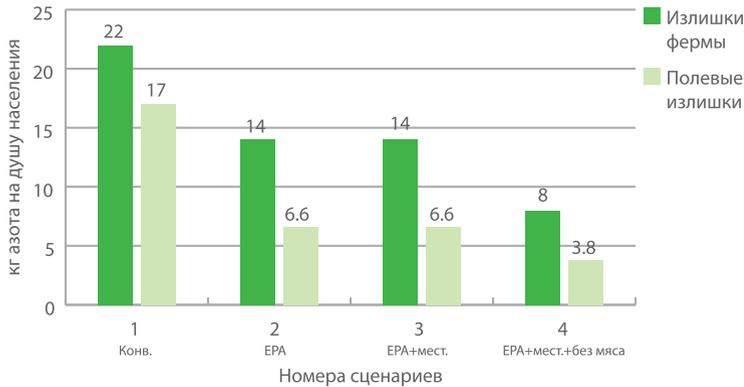
Рис. 56. Среднее потребление основных категорий продуктов питания кг на душу населения Шведской конвенциональной системы в сравнении с потреблением 15 семей в Ярне, следующих экологическому типу питания в проекте БЕРАС 2005.

Влияние на море

Как мы видели из предыдущего, экологическое земледелие может в условиях Швеции привести к уменьшению стока азота из культивируемых земель на 75 % по сравнению с конвенциональными фермами с их специализацией на одной культуре или

Конвенциональное и экологическое потребление, отчет БЕРАС-Ярна (Гранстедт и Томсон 2005)



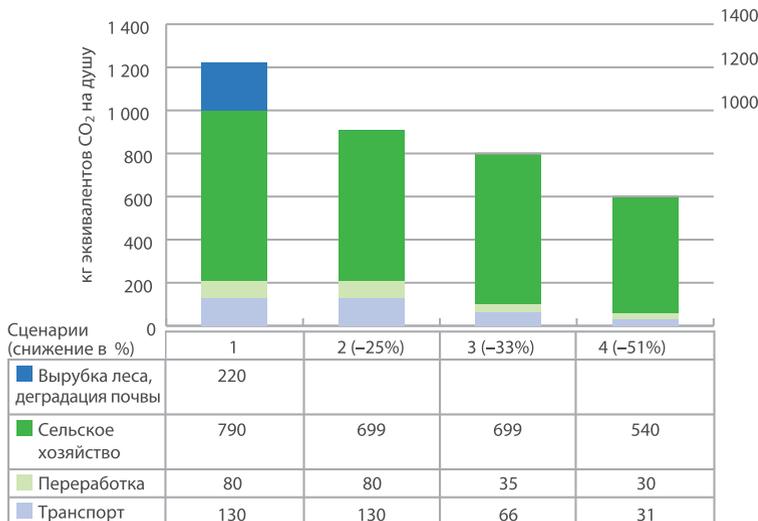


интенсивным животноводством. Сток фосфора также уменьшается, поскольку на фермах EPA нет избытков фосфора в отличие от тех ферм, на которых скапливается слишком много навоза.

Обычный аргумент против органического земледелия — это более низкие урожаи, и поэтому органическое производство требует больше земли. Но чтобы уяснить себе преимущества органического земледелия, мы должны учесть изменение воздействия на среду в расчете на одного потребителя. Как показывает рис. 57, сток азота в окружающую среду на душу населения уменьшается приблизительно на две трети, если потребители едят продукты только ферм EPA, вместо продуктов современных конвенциональных ферм. Результаты основаны на трехлетних испытаниях в реальных условиях фермерской практики, когда урожаи были несколько ниже, чем на конвенциональных фермах, и производство мяса требовало большей площади пастбищ, поскольку животных кормят в основном травой и клевером вместо зерна и сои.

Рис. 57. Излишки азота на душу на уровне фермы и излишки на уровне поля, если предположить современное конвенциональное потребление (сценарий 1); потребление продуктов питания ферм БЕРАС (сценарий 2); потребление в основном продуктов, производимых на местном уровне фермами БЕРАС (сценарий 3); потребление в основном молочных и овощных продуктов ферм БЕРАС (сценарий 4).

Рис. 58 а. Годовая эмиссия на душу населения парниковых газов (в эквивалентах CO₂), производимых шведским сельским хозяйством, переработкой продуктов и транспортом при современном конвенциональном стиле потребления (сценарий 1); потребление продуктов ферм БЕРАС (сценарий 2); потребление в основном продуктов местных ферм БЕРАС (сценарий 3); потребление в основном молочных и овощных продуктов ферм БЕРАС (сценарий 4).



Примечания к таблице:

Вырубка леса и деградация почвы: эмиссия за счет вырубки леса и деградации почвы при производстве пальмового масла (Малайзия) и говядины (Бразилия) для шведского рынка продуктов и потребления (SNV Report 5903, 2010). Дополнительно косвенное воздействие на эмиссию парниковых газов оказывает возделывание сои и других ингредиентов конвенциональных кормов, не учтенных здесь.

Сельское хозяйство: другие влияющие на климат факторы, включая эмиссию метана от животных и т. д.

Переработка: эмиссия парниковых газов во вторичном производстве (бойни, мукомольные предприятия, пекарни, сыроварни).

Транспорт: разнообразные перевозки с ферм в магазин.

Шаги (сценарии) в направлении дружественного к климату фермерского хозяйства в экв. CO₂

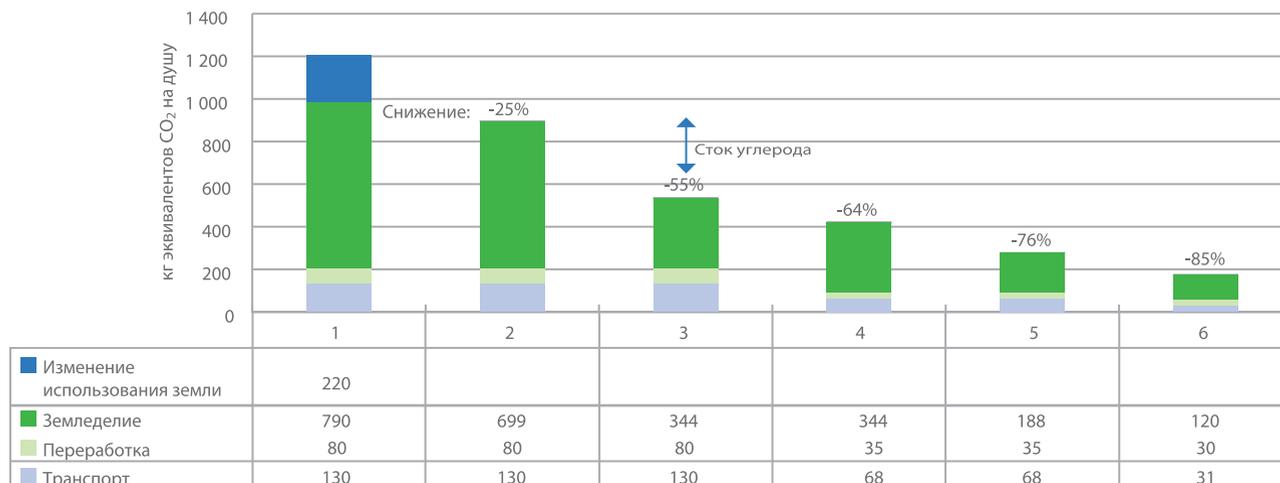


Рис. 58 б. Шаги (сценарии) в направлении дружественной к климату диеты, основанные на результатах изучения домашних предпочтений в питании в Ярне, проведенного в рамках проекта БЕРАС. Сценарий 1. Продукты исключительно с конвенциональных ферм. 2. Продукты исключительно с экологических безотходных ферм: -25%. 3. Плюс мероприятия для повышения содержания гумуса в почве (как «стока углерода») -55%. 4. Плюс предпочтение произведенных и переработанных на местах продуктов: -64%. 5. Плюс производство на ферме биогаза: -75%. 6. Плюс уменьшение потребления мяса (средняя диета в Ярне): -85%. *Заметьте, что это более, чем вопрос предпочтения некоторых продуктов; это вопрос системных изменений и в выборе пути развития фермы, и в выборе персонального стиля жизни. Например, меньше мяса в нашей диете, но большая доля мяса, произведенного за счет пастбищ (грубый корм), ведет к уменьшению вырубке леса, например в Бразилии, а у нас это дает увеличение содержания органики в почве.*

Меньшее использование мяса и пропорционально меньшее производство мясных продуктов, соответствующее сценарию 5, значительно уменьшило выбросы питательных веществ в окружающую среду. Вычисления по сценарию 5, по которому потребление мяса снизилось на 80% и увеличилось потребление овощей, говорят о том, что сток азота может быть уменьшен на 80%.

За основу вычислений по сценариям 2 и 3 взято современное среднее потребление мяса, молочных продуктов и овощей. В сценарии 3 предполагается, что сельскохозяйственные продукты поступают исключительно с ферм EPA. Органическое мясо в продовольственной корзине БЕРАС в сравнении с современным стилем потребления состоит больше из говядины и меньше из мяса животных с одним желудком, такие как свиньи и птица. В последнем случае часть продуктов питания и кормов поступает через импорт. Большая доля выращенных и переработанных на местах продуктов не влияет на сток от земледелия, но дает возможность вторично переработать на местах больше отходов производства.

Осуществление сценариев 3 и 4 в национальном масштабе потребовало бы значительного увеличения культивируемой площади с 3,2 миллионов га (включая «площадь импорта» приблизительно 0,6 миллионов га) до 4,7 миллионов га, часть которых может состоять из более или менее постоянных пастбищ. По этому сценарию культивируемая площадь достигла бы больших размеров, чем было в Швеции в начале 1900-х. Большая часть пахотных земель в регионе Балтийского моря сегодня заброшена, например в Латвии и Литве.

Наиболее желателен в глобальной перспективе сценарий 5. Снижение потребления мяса на 80% уменьшает пло-

щадь, необходимую для питания одного человека на 40% по сравнению с сегодняшним днем (0,24 га вместо 0,4 га); в то же время это делает возможным для сельского хозяйства полагаться исключительно на произведенные на местах и возобновляемые ресурсы при незначительном отрицательном влиянии на окружающую среду.

Более детально предмет обсуждения представлен в отчете БЕРАС, «Воздействие экологических систем питания на окружающую среду» (см. сноску 40).

Влияние на климат

Ферма ЕРА экономит энергию топлива, которая идет на производство минеральных удобрений, используемых в конвенциональном сельском хозяйстве. В центральной Швеции культурный клевер фиксирует 200 кг азота на гектар; для получения 200 кг азота из атмосферы в промышленности затрачивается 200 литров нефти. Кроме того, производство минеральных удобрений на большинстве заводов сегодня сопровождается выделением в атмосферу двуоксида азота, сильного воздействующего на климат агента. Эмиссия парниковых газов на душу населения в сценарии 3 на 25% понижается в результате потребления продуктов фирм БЕРАС, самодостаточных в производстве кормов и не участвующих в эмиссии газов, связанной с импортом кормов. При этом следует принять во внимание влияние на климат уничтожения лесов с целью очистить землю для выращивания сои и других культур. Эмиссия на душу населения понижается на 33%, если все потребляемые продукты питания производятся на месте (сценарий 4), и понижается на 50%, если из диеты исключается мясо животных с одним желудком (сценарий 5).

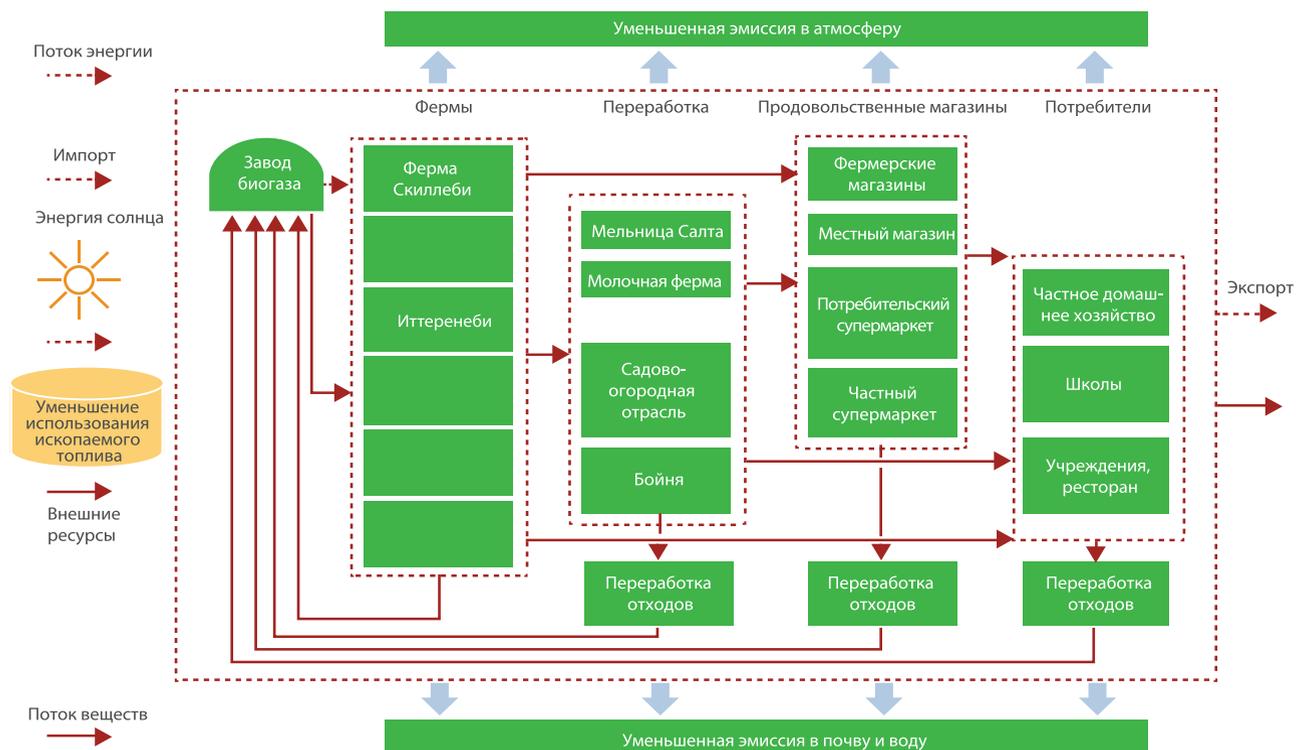
Производство биогаза из твердого навоза на органической ферме



Рис. 59 а. Создание двухступенчатого завода по производству биогаза в масштабах фермы, осуществленное с помощью Биодинамического исследовательского института на ферме Скиллеби-Иттеренеби, было завершено в период 2004-2010. (Granstedt A., 2012, On farm biogas production, www.jdb.se/sbfi). Завод производит биогаз главным образом из навоза, скапливающегося на ферме. Уникальным является то, что он оперирует с твердым материалом, что делает возможным после экстракции газа компостировать навоз в соответствии с биодинамической практикой. Было установлено, что компостированный навоз повышает плодородие почвы. Детальное техническое описание создания завода биогаза дано в следующем: Schäfer, W.; Lehto, M. & Teye, F. (2006). Сухое анаэробное разложение органических остатков на ферме — исследование выполнимости. Agrifood Research Reports 77, Vihti, Finland, Retrieved from <http://orgprints.org/6590/>

Рис. 58 б. Работая на местных отходах продуктов питания, завод может производить то количество возобновляемой энергии, которое необходимо для удовлетворения потребности фермы в топливе; и принимая другие описанные здесь меры, ферма может достигнуть состояния климатической нейтральности. В будущем станет возможным нескольким фермам объединяться для совместного производства энергии. Ферментация может быть сделана на каждой ферме в то время, как производство из газа топлива для двигателей может быть предпринято коллективно путем кооперации ферм. Такое мероприятие улучшит кругооборот запаса питательных веществ растений в местном объединении фермеров, произведет возобновляемую энергию и возможно уменьшит выбросы вредных отходов в воду и воздух. Оценка системы показала, что эмиссии азотсодержащего газа были снижены приблизительно на 50% в то время, как эффективность азота удобрений существенно выросла, о чем свидетельствуют более высокие урожаи.

Системы земледелия, в основу которых положена биологическая фиксация азота, также способствуют повышению содержания гумуса в почве в противоположность конвенциональным системам, которые отказываются от злаково-бобовой смеси в севообороте. Образование гумуса работает как «сток углерода» из атмосферы. При увеличении образования органического вещества почвы связывается больше углерода, чем выделяется при его разложении. Ежегодное количество связанного CO₂, например, достигает 400 кг углерода (около 1500 кг экв. CO₂ на га). Фермы могут также компенсировать затраты энергии, использованной как топливо для тракторов и других машин, производя биогаз из навоза. Такое производство было испытано в Скиллеби-Иттеренеби, экспериментальной ферме в Ярне. Если бы мы соединили климатически нейтральную систему земледелия и стиль жизни с почти полным отказом от мяса цыплят и свиней и уменьшили потребление даже мяса жвачных животных, как это показано на примере, данном на рисунке 5б, то стало бы возможным уменьшить эмиссию парниковых газов, обусловленную потреблением основных продуктов питания, более чем на 80%, что было бы необходимо сделать всем остальным источникам эмиссии парниковых газов в перспективе глобального потепления (рис. 8). Различные меры в изменении и земледелия, и потребления продуктов питания представлены на рисунке 58 б.



Даже в контексте самодостаточности небольшое количество кур и свиней на ферме хорошо мотивировано, так как они выполняют полезную роль как «потребители отходов» и переработчики побочных продуктов производства питания и являются важной частью интеграции фермы с продовольственной системой. Но в большом масштабе в ближайшем будущем рассчитывать на местные и возобновляемые ресурсы не реально.

Влияние на биоразнообразие

Сравнительное изучение показало гораздо большее биоразнообразие на экологических фермах⁵³. До одной тонны дождевых червей на гектар было найдено в почве в условиях центральной Швеции. Это вдвое больше того количества, которое было определено на некоторых конвенциональных фермах. Эти организмы, играющие большую роль в плодородии почвы, плохо выносят пестициды и в системах без органических удобрений для них складываются неблагоприятные условия жизни. Грибы микоризы, жизненно необходимые для снабжения растений фосфором, сильно страдают от применения фунгицидов. Пестициды убивают также полезных насекомых, таких как божья коровка и их личинки. Мы находимся на развилке дороги, где продолжающееся применение в земледелии химических средств разрушит основные экологические функции живой почвы и растительности. Несмотря на это, зависимость от химических средств растет с негативными последствиями для окружающей экосистемы.



⁵³ Ahnström, J (2002) Ekologiskt lantbruk och biologisk mångfald: en litteraturomgång [Ecological agriculture and biodiversity: a survey of the literature]. Centre for Sustainable Agriculture (CUL), SLU.

Рис. 60. Сохраненные заболоченные земли, как это болото в Скиллеби (на левом рисунке), выполняют двойную роль, уменьшая выбросы азота и фосфора и увеличивая биоразнообразие. Справа станция мониторинга климата, которая ведет записи наблюдений за климатом, собирает пробы воды и учитывает отток в пруд из дренажной площади фермы в 22 га.



ДЕЛАЕМ ШАГИ

Возможно, ферма уже вложила инвестиции в большое помещение для свиней или хлев на 200 коров. Если повезет, то рядом находится ферма зернового направления, с которой можно сотрудничать: производитель зерна покупает навоз с животноводческой фермы, а животновод покупает кормовое зерно. Вместе они становятся экологической командой.

Всюду, где пахотная почва

48 ферм, участвующих в проекте БЕРАС 2003–2006, и другие фермы ЕРА в проекте БЕРАС-результаты показали, что можно создать успешную экологическую ферму при самых различных условиях в регионе Балтийского моря, от сурового климата дальнего севера и бедных песчаных почв Польши до высокоплодородных суглинистых почв южной Швеции и Дании. Почвы обрабатываются по-разному и разные культуры выращиваются в зависимости от условий внешней среды, размера фермы, существующих зданий и построек, доступного капитала и рыночных предпочтений, но в значительной степени также в соответствии с намерениями и ориентацией фермера. Общим для всех этих ферм является стремление приспособиться к фундаментальным законам экологического равновесия, минимизировать влияние на экологию и использование ресурсов.

Фермы БЕРАС — хороший пример того, как земледелие в регионе может быть успешным и поддерживать экологическое равновесие без вложений в химикаты и при низком стоке питательных веществ в окружающую среду. Решающим показателем возможности устойчивого земледелия в течение долгого времени считался удовлетворительный экономический эффект — это значит, что ферма получает хорошую окупаемость вложенного труда и покрывает стоимость операций и финансирования⁵⁴.

Экономические возможности...

Ферма, не нацеленная на узкую специализацию со всеми инвестициями, вызванными таким направлением, может перейти на путь экологического безотходного земледелия без больших экономических жертв. Вместе с тем, надбавка в цене, предлагаемая рынком, и поддержка такой конверсии, предлагаемая ЕС, означает, что многие фермы ЕРА добиваются по меньшей мере таких же хороших экономических результатов, как конвенционные фермы. Экономический анализ, проведенный в проекте БЕРАС, подтверждает это. С точки зрения политэкономии,

”

Фермы БЕРАС — хороший пример того, как земледелие в регионе может быть успешным и поддерживать экологическое равновесие без вложений в химикаты и при низком стоке питательных веществ в окружающую среду

⁵⁴ Reeder, H (2004) Possibilities for and economic consequences of switching to local Ecological Recycling Agriculture. *Ekologiskt Lantbruk*; 43. (Swedish University of Agricultural Sciences, SLU)

экологическое производство в соединении с большой долей продаж на местном рынке и местной переработкой поддерживает сельскую экономику, создает рабочие места и улучшает качество жизни⁵⁵.

... и камни преткновения

Конверсия усложняется, несмотря на сильное желание осуществить этот переход, если ферма большую часть инвестиций вложила в продукцию, несовместимую с экологическим принципом минимизации использования природных ресурсов путем уменьшения загрязняющих стоков питательных веществ и выбросов изменяющих климат газов с помощью замкнутого цикла ресурсов, основанного на возобновляемых источниках энергии и поддержании биоразнообразия. Например, большая часть вложений пошла на сооружение фундаментальных стойл для двух тысяч свиней или хлева для 200 молочных коров, что потребует кредитов, на выплату которых может уйти вся жизнь. Выплата кредитов и процентов ложится на фермера, использующего дорогие постройки.

Инвестиции такого рода могут означать долговременную зависимость от широкомасштабного производства продуктов животноводства, основанного большей частью на покупных кормах, которые, как мы видели, увеличивают выброс питательных веществ с фермы. Решение этой проблемы в разных случаях различное. В лучшем случае неподалеку может быть ферма, производящая зерно, с которой животноводческая ферма может объединиться и образовать так называемое экологическое партнерство. При этом производитель зерна покупает навоз у животноводческой фермы и в ответ интенсивная молочная ферма покупает корма у производителя зерна. Вместе эти фермы могут образовать экологическую систему, хотя может потребоваться некоторое взаимное приспособление. Комбинации такого рода могут оказаться решением проблемы для многих и хорошие примеры уже есть.

Труднее найти решение, когда расстояние между двумя дополняющими друг друга фермами слишком велико. Как отмечалось ранее, есть целые регионы, которые специализируются на производстве зерна без животных, и другие регионы исключительно животноводческие. Фермы, специализирующиеся на растениеводстве, обычно находят более легкий путь, введя у себя животноводство, основанное на грубых кормах и выпасе, хотя при этом требуются расходы на помещения для животных. Есть хорошие примеры таких конверсий на равнинах, где зерновое производство преобладало с 1960-х по 1970-е. Для животноводческой фермы гораздо труднее подобрать себе «экопартнера» в животноводческом регионе.



Конверсия усложняется, несмотря на сильное желание осуществить этот переход, если ферма большую часть инвестиций вложила в продукцию, несовместимую с экологическим принципом минимизации использования природных ресурсов путем уменьшения загрязняющих стоков питательных веществ и выбросов изменяющих климат газов с помощью замкнутого цикла ресурсов, основанного на возобновляемых источниках энергии и поддержании биоразнообразия

⁵⁵ Nousinen, M et al. (2009) Are alternative food systems socially sustainable? A case study from Finland. *Journal of Sustainable Agriculture* 33:566–594. (BERAS Project)



Рис. 61 а и б. Осенью так выглядела пшеница в многолетнем полевом опыте в Швейцарии, известном как DOK-эксперимент, в котором сравнивали конвенционально выращенную пшеницу (K, верхняя фотография) с биодинамически выращенной (D, нижняя). Через 20 лет хорошо видна разница в почвенной структуре при содержании органического вещества в почве 3,65 % в биодинамическом варианте и 2,8 % в почве, удобренной только минеральными удобрениями.

Источник: Mader et al. (2002).

Согласно конвенциональным нормам животноводческой ферме позволено снизить накопление навоза в количестве, соответствующем 1,5 единиц животных на гектар. Конверсия на успешно функционирующую ферму EPA, самодостаточную в обеспечении кормами, требует большего уменьшения количества животных. Здесь также есть примеры успешных конверсий, где прошлые шаги «в неверном направлении» теперь оборачиваются экологически окрашенной экономической активностью. Например, на ферме Солмарка в юго-восточной Швеции большое помещение для свиней было перестроено и превращено в пекарню с сертификацией Деметер и фермерский магазин. Фермы, находящиеся в регионах с благоприятными для этих целей условиями конвертировали для производства органических овощей, используя уже существующие постройки для сортировки, обработки и упаковки овощей для рынка и хранилищ корнеплодов.

Урожай и доходность

Как мы видели, между 1800-ми и 1950-ми годами фермерская практика в Швеции соответствовала экологическим принципам. (Этот период начался немного раньше в Дании и еще раньше в остальной Европе и немного позже в Финляндии). Так что мнение, будто бы использование химических средств в земледелии имело целью кормить растущее население, не соответствует действительности. Индустриализация земледелия со специализацией и разделением на животноводство и растениеводство произошла только после мировой войны. Несмотря на растущую зависимость от минеральных удобрений и химических пестицидов как следствие индустриализации сельского хозяйства, небольшое количество ферм выбрало другой путь и заложило фундамент для того вида земледелия, который сегодня известен как экологическое или органическое земледелие. Повышение продуктивности после 1950-х наблюдалось одинаково на конвенциональных и органических фермах и это произошло независимо от того, использовались или нет химические средства. Новые технологии, которые позволили увеличить урожаи на конвенциональных фермах, использовались также экологическими фермерами.

Это подтвердили результаты упоминавшихся ранее многолетних полевых опытов в Ярне, начатых в 1958 г. и продолжавшихся до 1990 г. Первоначальной целью опытов было сравнить качество продуктов при различных способах внесения удобрений. Это дало возможность наблюдать также за развитием почвенного плодородия и тенденции в урожайности. Урожаи увеличивались на конвенциональных и биодинамически-органических фермах (рис. 58). Четырехлетний севооборот состоял из многолетних трав, картофеля, свеклы и яровой пше-

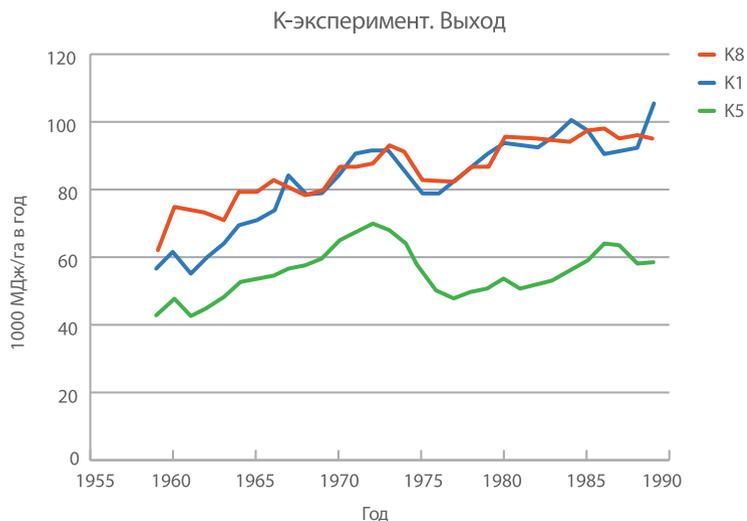


Рис. 61с. Тенденция в изменении урожайности, выраженная в единицах энергии (МДж/га) с 1959 по 1989 годы в трех вариантах: биодинамически удобренные делянки К1, удобренные минеральными удобрениями К8 и не удобренные К5. Питание растений в варианте К5 состояло только из питательных веществ, образовавшихся в почве в результате включения в четырехлетний севооборот многолетних трав и фиксации азота их бобовым компонентом.

Источник: Kjellenberg L. & Granstedt A. (2005)/K-trials. Результаты 33-летнего изучения соотношения между удобрением, почвой и культурой. Биодинамический исследовательский институт, Ярна, Швеция. Полный отчет можно найти на сайте: <http://www.jdb.se/sbfi/pub/k-trial.pdf>.

ницы с подсевом многолетних трав. Было исследовано 8 различных способов внесения удобрений, включая следующие: К8 соответствовал конвенциональным нормам со 100 кг азота на га под яровую пшеницу. Вариант К5 был без удобрений.

Вариант 1 — полностью биодинамический, был удобрен навозом, количество которого рассчитано для получения кормов, составляющих 75% продуктивности. Через 10 лет вариант К1 достиг того же уровня продуктивности (выраженной здесь как МДж на га в год), что и конвенционально удобренный вариант К8. Его урожаи затем продолжали расти также в соответствии с урожаями К8. Характеристика качества урожая — способность к хранению (сохранение свежести, устойчивость к гниению и т. д.), состав белка и содержание витаминов была оценена в органических культурах как более высокая. Причина, почему урожаи увеличивались даже без внесения минеральных удобрений, связана с повышением плодородия почвы в форме увеличения биологической активности, улучшения структуры и упомянутого ранее увеличения толщины гумусного слоя, что было установлено в органических вариантах как преимущество в сравнении с теми же показателями на конвенционально удобренных делянках⁵⁶.

Результаты так называемого К-эксперимента были проверены в полевых опытах, проведенных одновременно в то же время в Шведском университете сельскохозяйственных наук в Ультуне и Северном исследовательском совете в Ярне в продолжении шести и девяти лет соответственно и в четырех повторениях обоих исследований под руководством Бо Петтерссона⁵⁷. Результаты были изложены в первой шведской докторской диссертации в области органического земледелия (Петтерсон 1982; Длоухи 19810)⁵⁸. Урожай яровой пшеницы был на 12% (Ультуна) и на 8% (Ярна) ниже, чем на конвенцио-

⁵⁶ Pettersson, B D et al. (1992). Düngung und Bodeneigenschaften: Ergebnisse eines 32-jährigen Feldversuches in Järna, Schweden [Fertilizing and soil characteristics: findings of a 32-year field trial in Järna, Sweden]. Nordisk Forskningsring Meddelande; 34.

⁵⁷ Pettersson, B (1982) Konventionell och Biodynamisk odling. Jämförande försök mellan två odlingsystem [Conventional and biodynamic cultivation: empirical comparisons of two systems of cultivation]. Nordisk Forskningsring, Meddelande; 32.

⁵⁸ Dlouhy, J (1981) Alternativa odlingsformer – växtprodukters kvalitet vid konventionell och biodynamisk odling [Alternative forms of agriculture: Quality of products from conventional and biodynamic growing]. Uppsala: Dept. of Plant Husbandry, Swedish University of Agricultural Sciences. Report; 91.



Показатели почвенного плодородия были выше на органических делянках — особенно биодинамических — по сравнению с конвенциональными, что было подтверждено многими полевыми опытами в Европе. Эти результаты были опубликованы в престижном журнале «Science»

нальном варианте, в то время как урожай многолетних трав был одинаковым в обеих системах. Показатели почвенного плодородия были выше на органических делянках — особенно биодинамических — по сравнению с конвенциональными, что было подтверждено многими полевыми опытами в Европе. Эти результаты были опубликованы в престижном журнале «Science»⁵⁹. Продолжающиеся шведские исследования почвенного плодородия показывают сходные результаты⁶⁰.

В DOK-опытах, многолетних исследованиях в Швейцарии, был получен урожай на 11–14% ниже в органических и биодинамических вариантах по сравнению с конвенциональным. На уровне фермы разница может быть больше, чем средняя полученная в зарубежных и шведских полевых опытах. Требуется определенное время после конверсии, прежде чем почва обретет более высокое плодородие в форме более высокого содержания гумуса в верхнем слое и в подпочве, и прежде чем в ней увеличится число дождевых червей и возрастет биологическая активность — как было установлено для биодинамических и органических методов культивации. Как долго продолжится эта адаптация, зависит от внешних условий и от методов обработки в предшествующий период.

На хороших почвах урожаи конвенционально культивируемых культур могут быть какое-то время выше, чем у экологически культивируемых. Это наблюдается в системе земледелия, которая может быть названа традиционно «адаптированной к внешней среде» конвенциональной культивацией при условии применения высоких доз химических веществ, что означает контролируемое использование минеральных удобрений (часто несколько раз в течение вегетационного периода) и химических пестицидов, согласно плану, называемому «программируемой культивацией». Урожаи, которые получают в этих случаях, намного выше, чем могут быть достигнуты натуральными методами: 10 тонн пшеницы на гектар в южной Швеции и около 15 тонн на Континенте, то есть на 50–100% более высокие урожаи. Высокая плотность растений и свойства растительных клеток, обусловленные высокими дозами удобрений, вызывают необходимость применения средств химической защиты от грибных паразитов и в регуляторах роста, чтобы предотвратить полегание. Кроме того, они нуждаются в защите от вредителей (инсектициды). Единственные возможные ограничения применения химических средств — запреты на законодательном уровне.

Химическое земледелие требовательно

Интенсивная система земледелия с применением химических средств требует больших площадей для механизации ухода за культурами, ирригации, инфраструктуры и экономических ресур-

⁵⁹ Mäder, P et al. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296:1592–1597.

⁶⁰ Granstedt, A & Kjellenberg, L (2008) Organic and biodynamic cultivation: A possible way of increasing humus capital, improving soil fertility and being a significant carbon sink in Nordic conditions. Modena: Second Scientific ISOFAR Conference, 18–20 June.

сов, необходимых фермеру для выполнения программы. В то же время этот вид земледелия вызывает самое большее количество вопросов в отношении долговременной стабильности и влияния на окружающую среду. Это характерно и для Европы и для развивающихся стран. В странах с несовершенным законодательством не запрещающим самые токсичные химикаты, где могут отсутствовать знания о предосторожности при применении пестицидов, многие сельскохозяйственные рабочие болеют и теряют здоровье, концентрация остатков пестицидов в продуктах питания может достигать токсического уровня. В длительной перспективе химизированное земледелие вызывает постепенную деградацию природной среды. В короткой перспективе монокультуры и требующая интенсивных вложений форма земледелия некоторое время возможны. В более бедных странах пахотные земли уже потеряны вследствие деградации органического вещества почвы, засоления и эрозии. В конце концов, доступность внешних ресурсов также имеет свой предел.

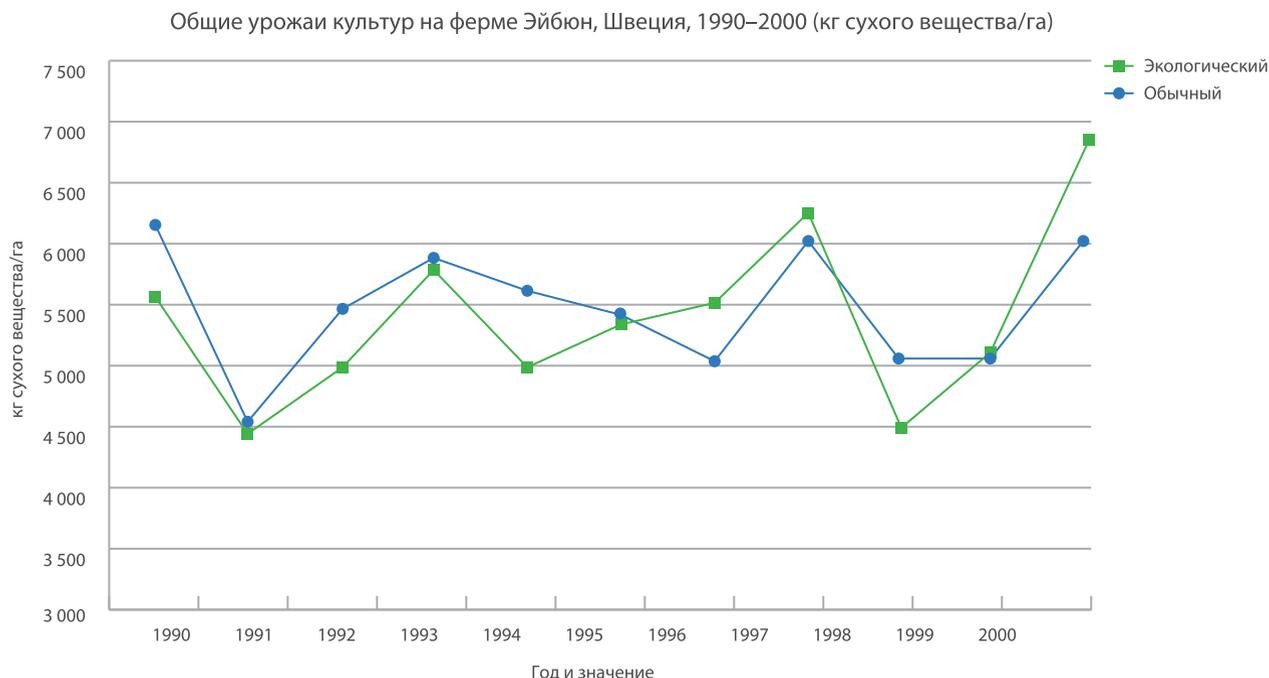
В условиях, преобладающих в северной Скандинавии, нет разницы между урожаями конвенциональной и экологической системами. Экономический эффект может быть даже лучше в экологическом производстве благодаря отсутствию затрат на минеральные удобрения и пестициды. Здесь природные условия накладывают ограничения даже в более короткой перспективе.

На экспериментальной ферме Эйбюн (SLU) в районе Умеэ, Швеция, были проведено в течение десяти лет полномасштабное



В длительной перспективе химизированное земледелие вызывает постепенную деградацию природной среды. В короткой перспективе монокультуры и требующая интенсивных вложений форма земледелия некоторое время возможны

Рис. 62. Урожаи всех культур на ферме Эйбюн в сравнительных полевых опытах. Источник: Jonsson S/(2001). *Ekologiskt Landbruk*, Ультуна, 13–15 ноября, Шведский университет сельскохозяйственных наук. (Две системы производства в Эйбюн — предполагаемые и реальные урожаи через 11 лет.)





Результаты предшествующих многолетних полевых опытов показывают, что многолетнее производство зерна ведет к истощению почвенных минералов, что влияет также на питательную ценность зерна, производимого зерновыми фермами

Основные элементы, необходимые для достижения продовольственной безопасности в голодающих регионах: сохранение биоразнообразия, совмещенные посадки культур, культурные растения и травы, способные фиксировать азот атмосферы, и вторичная переработка питательных веществ растений без потерь. Кроме того, должны быть приняты меры для борьбы с эрозией почвы и для увеличения содержания органического вещества почвы, что в свою очередь помогает экономить воду. Согласно статистике Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), приблизительно один миллиард людей живет в районах, страдающих от голода. Мелкие фермеры в критических регионах могут удвоить свои урожаи в течение десяти лет, если они перейдут на экологические методы земледелия, согласно исчерпывающему обзору исследований, опубликованному Советом по правам человека, агроэкологии и правам продуктов питания ООН (2011). www.srfood.org

сравнение конвенционального и экологического методов. Ферма с животноводческим и растениеводческим производством была разделена между двумя системами. Урожаи полевых культур экологических частей фермы были несколько выше, чем в конвенциональных. Производство продуктов животноводства (молоко и мясо) было приблизительно одинаковым; экономический результат (не считая премий за органический метод или экономическую компенсацию за сохранение среды от ЕС) на экологической части был выше благодаря более низкой стоимости вложений (рис. 62).

Для фермеров в областях маргинального земледелия во всем мире экологический метод предлагает путь усовершенствования производства продуктов питания для местного населения. Для стран с очень хорошо развитым земледелием, где произошла так называемая «зеленая революция», сельскохозяйственная практика эксплуатирует невозобновляемые ресурсы, не учитывая таких последствий как их близкое истощение и неустойчивость системы. Даже здесь долговременная стабильность требует конверсии на экологические методы.

Согласно Рональду Банчу, который в течение десятилетий работал с фермерами Африки, Латинской Америки и Азии, такие экологические условия как низкое плодородие почвы и недостаточная доступность воды являются главными факторами, препятствующими хорошему питанию и здоровью⁶¹. В чем нуждается бедный фермер в этих областях — это инновации, с помощью которых он сможет преодолеть препятствия с небольшими затратами, чтобы получать лучшие и более стабильные урожаи. Кроме того, экологические методы достаточно гибки для применения в различных экологических условиях.

Биоразнообразие, совмещенные посадки культур, культурные растения и травы, фиксирующие атмосферный азот, и замкнутые циклы питательных веществ растений в соединении с технологиями, предотвращающими эрозию почвы и увеличивающими содержание гумуса в почве (что сохраняет воду) — хороший фундамент, на котором можно построить продовольственную безопасность в областях, периодически страдающих от голода. Согласно статистике Организации продовольствия и сельского хозяйства ООН, в таких областях сегодня живет более одного миллиарда людей.

Экологическая переработка отходов обеспечивает лучшее питание

Исследование, проведенное в связи с оценкой проектом БЕРАС важности переработки отходов для экономии ресурсов и охраны окружающей среды, поставило в центр своего внимания также плодородие почвы и питательную ценность урожаев. Ре-

⁶¹ Bunch, R (2002) Increasing productivity through agro-ecological approaches in Central America: experiences from hillside agriculture; Tiffen, M & Bunch, R (2002) Can a more ecological agriculture feed a growing population. In: Uphoff, N. (Ed.) Agroecological Innovations. Earthscan, London.

зультаты предшествующих многолетних полевых опытов показывают, что многолетнее производство зерна ведет к истощению почвенных минералов, что влияет также на питательную ценность зерна, производимого зерновыми фермами. Сравнительные исследования на уровне фермы и недавние эксперименты показали, что в зерне, полученном экологическими методами, содержится гораздо больше микроэлементов, чем в зерне, полученном на специализированных конвенциональных фермах, не имеющих животных. Без переработки отходов содержание важных питательных веществ в почве и продуктах снижается.

Карта, отображающая местоположение партнеров и информационных центров в проекте БЕРАС-результаты, 2010–2013. БЕРАС-результаты частично финансируется грантом ЕС.



Бассейн Балтийского моря и Западного моря, включающий всю Швецию (Sverige), Эстонию (Estland), Латвию (Lettland), Литву (Litauen), Польшу (Polen) и часть России (Ryssland), Белоруссии (Vitryssland), Германии (Tyskland), Дании (Danmark) и Норвегии (Norge). На юге и юго-востоке находится больше ферм и живет больше людей, чем на севере. Красные точки сообщают о количестве жителей в больших городах: 3 000 000, 1 000 000, 300 000, 100 000 соответственно. Помимо городов, значительная часть населения живет в сельской местности. Желтый цвет — фермерские земли.

«Если вы не применяете минеральные удобрения и пестициды, вы сразу же видите, где что-то идет не так. Пятно на поле, где не растут растения, сигнализирует, что здесь могут быть проблемы в дренажной системе или что почва сильно уплотнена. Вы не заметите таких вещей на поле, удобренном минеральными удобрениями, где растения меньше зависят от процессов минерализации в почве. Так как в конвенциональном земледелии поля переудобрены, проблема не заметна».

Стаффан Аресунд, ферма Ниббле, Ярна.

ПРОДУКЦИЯ ФЕРМ БЕРАС

Все 48 ферм в восьми странах — членах ЕС, граничащих с Балтийским морем, приняли участие в проекте Балтийское Экологическое Безотходное Сельское хозяйство и Общество (БЕРАС) между 2003 и 2006. Они открыли свои двери для оценки и анализа их работы с питательными веществами и использования энергии. Результаты изложены в этой книге. Фермы показали, как может быть организовано фермерство в регионе Балтийского моря в будущем: земледелие, основанное на местных возобновляемых ресурсах, которое может вернуть Балтийскому морю здоровье, уменьшить влияние сельского хозяйства на климат, остановить распространение токсических химикатов в окружающей среде и стимулировать развитие деревни, обеспечив больше рабочих мест, более высокую степень самодостаточности и развитие связанной с сельским хозяйством вторичной промышленности.

Эти фермы служили также моделями в продолжении проекта БЕРАС, БЕРАС-результаты, который стремился определить лучший путь перехода от конвенционального земледелия к экологическому возобновляемому земледелию. Следующие страницы предлагают краткие описания нескольких ферм БЕРАС.

1. Всем фермерам были заданы следующие вопросы:
2. Как это начиналось? Что подтолкнуло к переходу на экологические методы?
3. В каком состоянии ферма сегодня, через несколько лет после оценок БЕРАС?
4. Что вы планируете на будущее?
5. Какие меры государственной политики больше всего помогли вам достичь своей цели?

ШВЕЦИЯ

Ферма, которая включает посевы полевых культур, пастбища и лес, расположена на прибрежной равнине с непосредственным стоком в Балтийское море. С юга она граничит с областью морены, покрытой лесом; на западе лежат равнины Ярны. Вся ферма производит экологическую и биодинамическую продукцию с 1960-х.

Характеристики земли и почвы

Ферма обрабатывает 86 га окультуренных земель (включая 18 га под пастбищем), 7 га естественных пастбищ и использует 15 га кормовой площади около Хёлё.

Почва — тяжелая глина со средним содержанием органики, высоким — калия, низким — фосфора и с pH 6,3.

Направление производства

Основное направление — молочное производство, основанное на собственных кормах в сочетании с зерновыми культурами на 14 га. В течение нескольких лет на ферме возделывают также картофель и корнеплоды. Кроме Стаффана на ферме работает один наемный работник. Ниббле доставляет свое молоко на молочный завод Ниббле, расположенный также на ферме и производящий свежее молоко и простоквашу, йогурт и различные сорта сыра.

Поголовье скота

42 молочные коровы (SRB), 35 молодых нетелей, один бык, две лошади, 10 шерстяных овец и стадо простых овец.

Коров держат на привязи в стойлах коровника.

Ниббле была одной из EPA ферм в проекте БЕРАС, которая имела излишки азота меньшие, чем в среднем на двенадцати шведских аналогичных фермах (рис. 60).

Культуры

Пятилетний севооборот с преобладанием многолетних трав и зерновых. Удаленные пастбища, если необходимо, рекультивируются. Севооборот:

- Яровая пшеница с подсевом многолетних трав.
- Многолетние травы 1.
- Многолетние травы 2.
- Многолетние травы 3.
- Озимые зерновые (в настоящее время озимые масличные, опыт).

ФЕРМА НИББЛЕ И САДОВАЯ ФЕРМА

Фермер: Стаффан Арезунд

Местоположение: Ярна,
графство Стокгольм



Рис. 63. Ферма Ниббле — одна из экологических безотходных ферм проекта БЕРАС. Сегодня на ферме проводится обучение по программе Использование Природных Ресурсов. Студенты учатся управлению фермой средних размеров в соответствии с экологическими принципами.



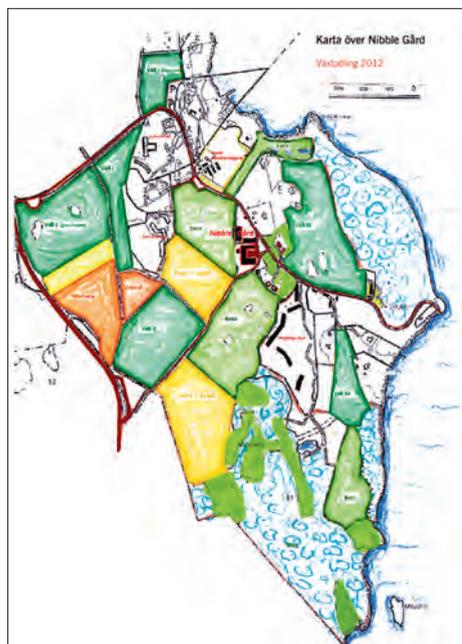


Рис. 64. Ферма Ниббле, 2011.



Объемы производства

Общий объем производства молока составляет около 7 500 кг ЕМС/год.

Урожай овса около 3 000 кг/га, яровой пшеницы 3 500 кг/га, озимой пшеницы 4 500 кг/га, злаково-бобовой смеси 3000-5 000 кг дм/га в год.

Самодостаточность в обеспечении кормами

Плотность животных на ферме 0,7 единиц животных/га, что оптимально для достижения высокой степени самодостаточности в обеспечении кормами и удобрениями.

Организация работы с навозом

В качестве твердого удобрения частично используется навоз на глубокой соломенной подстилке. Весь навоз компостируется перед внесением под озимые. Двести тонн навоза предоставляется каждый год соседней Садовой ферме Ниббле.

Продажи

Все молоко продается молокозаводу Ярна, расположенному на ферме.

Сыворотка перерабатывается на ферме.

Все зерновые, которые не используются на корм животным фермы, продаются Салте Кварн — мельнице и пекарне в районе Ярны.

Бычки продаются производителям говядины.

Другие животные продаются на скотобойню Неркес.

Экономика

80% дохода фермы поступает от продажи молока.

Доходность производства молока определяется в основном соотношением количества и цены покупных высоко энергетичных кормовых концентратов и цены молока.

Стоимость органических зерновых кормов ШК 4,50/кг, цена конвенционального молока ШК 3,44/л, органического молока ШК 4,57/л и Деметер-сертифицированного молока молокозавода Ярна ШК 4,85/л. (ШК- шведская крона)

Перспективы на будущее

Уже осуществляется программа скрещивания коров фермы с коровами породы Флеквие, которые лучше усваивают грубые корма.

Ферма Ниббле — одна из ЕРА ферм в проекте БЕРАС. Излишки азота на ферме ниже, чем в среднем на двенадцати шведских фермах ЕРА, участвующих в проекте. Излишки азота за период исследования, 2002-2004, составляли 28 кг азота на

га в год. Баланс фосфора отрицательный — минус 1 кг фосфора на га в год, что означает незначительный выброс фосфора в окружающую среду.

Производство пищевого зерна приблизительно на 20% ниже среднего для ферм того же района. Расчеты показали, что около 15% дохода конвенциональной фермы идет на покупку минеральных удобрений и пестицидов. Это значит, что значительная часть расхождения между урожаями фермы Ниббле и конвенциональными фермами того же района компенсируется более низкой стоимостью вложений в экологическом земледелии.

Стаффан говорит, что он всегда ищет, что можно улучшить с помощью того, что он называет «глазом фермера». Если вы не применяете минеральные удобрения и пестициды, вы сразу же видите, где что-то идет не так. Пятно на поле, где не растут растения, сигнализирует, что здесь могут быть проблемы в дренажной системе или что почва сильно уплотнена. Вы не заметите таких вещей на поле, удобренном минеральными удобрениями, где растения меньше зависят от процессов минерализации в почве. Так как в конвенциональном земледелии поля переудобрены, проблема не заметна. Стаффану интересно также испытать, сколько клевера он может включить в многолетние травы, экспериментируя с различными сортами и плотностью посева. Больше экспериментирования и большее разнообразие сортов всегда были бы желательны.

Однако вникать в свойства сортов и свойства почвы недостаточно. Многие в экономике фермы зависят от животных. Преобладающая порода шведских коров (так называемая SRB) выведена в расчете на высокое производство молока с использованием концентрированных кормов. Что надо экологической ферме, так это вывести такую породу коров, которая хорошо адаптирована к своему первоначальному предназначению: переваривать грубые корма. Такие породы есть в других частях мира, например, в Исландии, где никогда нет в достатке местного кормового зерна. Исландские коровы, так же как исландские пони, — наследники античных пород, которые викинги привезли с собой из Скандинавии.



Что надо экологической ферме, так это вывести такую породу коров, которая хорошо адаптирована к своему первоначальному предназначению: переваривать грубые корма

Почему органическое производство?

Франс Калгрэн купил ферму в 1966 году с намерением конвертировать ее на биодинамическое производство. Перед этим он работал на ферме Тотсетра, одной из первых биодинамических ферм в Швеции, но она была экспроприирована по праву государства. Ферма Ниббле находилась в частной собственности со дня основания и успешно работала в течение многих лет под управлением арендаторов и служила образцом биодинамического земледелия задолго до того, как экологические системы получили широкую известность, которую они имеют сегодня. В продолжение многих поколений это была молочная ферма и период, когда на ней практиковался конвенциональный метод, был очень коротким эпизодом.

Стаффан Арезунд прошел обучение биодинамическим методам в 1970-х. С самого начала это был для него естественный выбор; он отвечал его представлениям о том, как должна быть организована ферма. Он работал на нескольких фермах, прежде чем взял в аренду с персональной ответственностью ферму Ниббле.

Статус в настоящее время?

Ферма продолжает тот же путь, который был проложен более сорока лет назад, не упуская всех возможных усовершенствований, которые могут быть сделаны при существующих размерах фермы и других условиях. Ниббле служит показательной фермой и Стаффан готов демонстрировать и помогать каждому, кто нуждается в его совете, как в этих условиях обеспечить устойчивость фермы для процветания будущих поколений.

Планы на будущее?

Стаффан надеется, что ферма будет продолжать работать, как она работает до сих пор. Были разговоры о нескольких соседних фермах, объединившихся, чтобы вместе построить большой коровник и устройства для переработки молока, но Стаффана это не интересует. Его ферма имеет все, что ему надо, чтобы успешно работать на местных и возобновляемых ресурсах. Сегодня ферма выполняет дополнительные функции: при участии фонда владельца она предлагает образовательную программу по использованию природных ресурсов с особым ударением на экологических и биодинамических методах. Она предлагает работу и кров для одного наемного работника, что может служить примером для других ферм. Молокозавод, расположенный на ферме, также соответствует предпочтению местным мелкомасштабным предприятиям как альтернативе широкомасштабному мышлению, характерному для конвенционального земледелия.

Цены устанавливаются на местном уровне. Фермер получает ту цену, которая ему нужна, зная, что она будет оплачена местными потребителями.

Государственная политика?

Стаффана больше интересует управление фермой, чем политика, но он чувствует, что сельскохозяйственная политика должна иметь такую форму, чтобы фермы, подобные Ниббле, могли выжить. Что касается лично его пожеланий, то он приветствовал бы, если бы больше ресурсов направляли на поддержание и сохранение ландшафта.

Садовая ферма Ниббле и питомник

Садовая ферма занимает около двух гектар, примыкающих к ферме Ниббле, что составляет около 2,5% площади фермы. С 1970-х ее магазин славится хорошим качеством растений, овощей и корнеплодов, свежесобранных в летние месяцы. Садовая ферма управляется как самостоятельное предприятие, но живет в тесном сотрудничестве с фермой Ниббле, которая поставляет ей удобрения. Несмотря на небольшие размеры, Садовая ферма нанимает на весь год больше рабочих, чем ферма Ниббле, и ее денежный оборот приблизительно такой же, как у фермы.

На трех других фермах БЕРАС преобладает продукция растениеводства. Еще две фермы БЕРАС выращивают картофель и корнеплоды как культуры севооборота. Приведенные примеры показывают также, что экологические безотходные фермы могут производить полный набор садово-огородных продуктов.



Рис. 65. Садовая ферма Ниббле и питомник функционируют с 1967 года и предлагают полный набор овощей и корнеплодов. Магазин предлагает целый ряд основных и других продуктов, большая часть которых производится на местном или региональном уровне экологическими или биодинамическими методами.



ФЕРМА ПАРГАС

Фермер: Маттиас Векстрём

Местоположение:
в районе Экенас/Таммисааре

Площадь: 68 га

Животные:

18 коров-производительниц,
20 молодых бычков, телята

ФИНЛЯНДИЯ

Ферма Паргас расположена в юго-западном углу Финляндии в районе города Экенас/Таммисаари (см. карту). Почва состоит из осадочных (вторичный осадок) глин с большими топографическими вариациями: легкие глины на вершинах холмов и болотные (богатые органикой) илистые глины в ложбинах. Стадо питается кормами, которые производятся на 52 гектарах площади фермы. Остальная площадь отведена под культуры для рынка.

Так же как на востоке центральной Швеции, весной здесь бывают засушливые периоды. В некоторые годы суровые весенние засухи снижают урожай многолетних трав. Во влажные годы некоторые низинные поля, наоборот, сильно переувлажнены.

Севооборот на Паргас состоит из двух лет многолетних трав и двух лет зерновых. Урожай ниже, чем на аналогичных фермах БЕРАС в Швеции. Продуктивность можно поднять за счет увеличения доли бобовых в многолетних травах, а также за счет комбинации с другими фиксирующими азот культурами, например горохом и бобами. Расчет баланса питательных веществ на Паргас в течение трех лет показывает, что сток азота из почвы на 70% ниже, чем в среднем для финского сельского хозяйства. Выбросы фосфора значительно ниже; балансы были негативными.

Маттиас Векстрём недавно принял управление фермой от своих родителей. Он оборудовал новую площадку для сбора навоза и построил новый коровник в открытом поле, так что коровы могут входить и выходить, когда захотят. Земли соседней фермы Норреби обрабатываются также экологически и позволяют Маттиасу увеличить число животных на Паргас, однако это число все еще лимитируется площадью выращиваемых на ферме многолетних трав, которые служат основным кормом. Добавляется только немного зернового корма. Большая часть зерна продается на рынке. Маттиас только недавно взял в аренду третью ферму.



Рис. 66. Климатические условия фермы Паргас в значительной степени сходны с условиями востока средней Швеции с осадочными глинистыми почвами и засухами в конце весны.

Почему экологическое производство?

Паргас был конвертирован на экологические методы в 1990 году. Основным мотивом было желание сохранить плодородие почвы в течение длительного времени. Как многие другие фермы в юго-западной Финляндии, Паргас продал своих молочных коров и в 1960 году сконцентрировался на производстве зерна в соответствии с рекомендациями того времени. Второй причиной перехода было нежелание фермера работать с пестицидами.

Статус фермы в настоящее время

Экономика Паргас поддерживается разветвленной сетью прямой продажи продуктов фермы. Маттиас забирает свое мясо со скотобойни и продает своим собственным покупателям. Специальность фермы — пшеница спелта (полба). «День открытых дверей» в Паргас в 2006 году привлек 190 визитеров, многие из которых регулярно покупали продукты фермы. В 2009 году посетителей было около пятисот. Посетители «Дня» могли совершить тур вокруг фермы, ознакомиться с экологическими методами, посидеть в кафе фермы и купить свежие и другие продукты, выставленные на рыночном стенде. Многие клиенты Паргас живут в Хельсинки, куда Вирве Векстрём еженедельно доставляет для них продукты.

Планы на будущее?

Маттиас, так же как и его родители, не скрывает планов на будущее, но в настоящее время ключом к доходности фермы является прямая продажа покупателям и тот факт, что Паргас в известной степени уникальна.

Государственная поддержка?

Некоторых экологических фермеров беспокоит, что сельскохозяйственная политика, ведущая к стопроцентному экологическому производству, может представлять угрозу для их бизнеса. («Если каждый начнет производить экологические продукты, что заставит покупателя свернуть с дороги, чтобы купить именно мои?») Маттиас, однако, не видит проблемы. Для многих его покупателей контакт с фермой, ее атмосфера и семья, по меньшей мере так же важны, как тот факт, что продукты произведены экологически. Маттиас также убежден, что основная работа, ведущая к политическому и государственному переходу к экологическому безотходному земледелию уже сделана.

ФЕРМА РЕКОЛА В ХЕМЕ

Фермеры: Йоона Рекола и Хенри Мурто.

Местоположение: рядом с Тампере (в Хеме, юг центральной Финляндии)

Площадь: 31 га пашни, 118 га леса (+ 0,5 га пашни аренды)

Животные: 0,5 единиц животных на гектар пашни



Рис. 67 а. Один из нового поколения фермеров Йоона Рекола знакомится с одной из своих коров Помо.



ФИНЛЯНДИЯ

Культуры

Шестилетний севооборот принят на самой ферме Рекола и пятилетний — на арендованной ферме. Арендованная земля в худшем состоянии, поэтому зерновые выращивают только два года, чередуя со злаково-клеверной смесью. Поэтому севооборот занимает только пять лет вместо шести.

Полевой севооборот

- Многолетние травы с клевером
- Многолетние травы с клевером
- Многолетние травы с клевером
- Яровая пшеница, рожь или ячмень
- Овес или горох
- Овес с подсевом многолетних трав

Садовый севооборот

1. Чистый пар и посев многолетних трав
2. Многолетние травы с клевером
3. Китайская капуста, лук-порей, сельдерей или зерновые
4. Корнеплоды, салат, лук и бобы.

Вика и овес как промежуточные культуры осенью.

Огородные культуры выращивают на площади около 2 га преимущественно на легких почвах.

Цикл огородного севооборота — четыре года. Китайскую капусту выращивают в соответствии с планом для огородных культур, но из-за заражения килой, болезнью всех видов семейства капустных (кочанной капусты, брокколи, брюквы и т. д.), ее чередуют с полевыми культурами. Эти культуры размещают на той части площади фермы, которую считают более подходящей для них. На этой части применяют больше компоста, чем на остальной ферме.

Важный фактор, влияющий на величину урожая на почвах, состоящих из глинистых наносов, это осадки весной. Средний урожай зерна был немного ниже трех тонн на га. Овощи можно поливать разбрызгивателем, поэтому урожай овощных подвержен меньшим колебаниям, чем урожай зерновых. Сорняки распространены вокруг участков с низкой плотностью культур.

Животные

На Рекола держат много различных видов животных, но их общее число сохраняют пропорционально культивируемой площади. При плотности 0,5 единиц животных на гектар культивируемой площади, ферма соответствует критерию самодостаточности в отношении обеспечения кормами и продуктами для рынка.

Необогреваемый сквозной коровник, построенный более десяти лет назад, вмещает двенадцать тельных коров и их теллят. Коровы — гибридной лимузинской породы. Коровник оказался удобным, обеспечивая достаточно места в стойлах, так что менее подвижные животные могут быть предоставлены сами себе. В качестве сухой подстилки для коров используют солому, навоз удаляют раз в неделю. Бычков, предназначенных на мясо, кормят, в основном, грубым кормом. Первый укос трав сушат на сено, а второй превращают в сухой корм, упакованный в круглые тюки. Животных кормят соломой, бычкам дают максимум 4 кг горохово-овсяной смеси в день.

Рекола живописно расположена на берегу озера Ленгельмезви. Ферма получает денежное пособие, предназначенное на сохранение окружающей среды, чтобы поддерживать традиционный биотоп, в центре которого находится озеро. На эти деньги фермеры устроили изгородь вокруг пастбища для овец.

Продукты по повышенной цене

Жена Калерво отвечает за биодинамическую пекарню. Пекарня была основана в 1977 году и в настоящее время она выпекает традиционный кислый ржаной хлеб, пшеничный хлеб, фруктовый хлеб и мюсли. Сердце этой пекарни — большая каменная печь, которая работает на собственных дровах.

Все расходы, потраченные на организацию различных производств и сделанные за долгую историю фермы, полностью выплачены. Ферма имеет круг постоянных клиентов, которые покупают значительную часть продуктов фермы. Активность фермы Рекола имеет также социальный аспект. Кроме того, что ферма поддерживает личные контакты с покупателями, семья организовала группу добровольцев, которые с удовольствием оказывают ферме помощь в периоды особенно напряженной работы. Открытые домашние праздники в середине лета и после уборки урожая укрепляют связи между фермой, ее клиентами и местной общиной.



Рис. 67 б. Молодое поколение, здесь представленное Хенри Мурто, настроено продолжать работу хорошо организованной пекарни Реколы, которая поставляет свои изделия в Тампере и соседние общины. Недавно в ассортимент был добавлен хлеб из выращенной на ферме пшеницы-спельты.

Баланс питательных веществ растений

Ферма Рекола — одна из четырех экологических безотходных ферм Финляндии, которые принимают участие в проекте БЕРАС. Баланс питательных веществ определяли в течение трех лет и в 2007 году повторили расчет баланса. Излишки азота на ферме Рекола составляли около 37 кг на га в год, а для фосфора был определен дефицит в 1 кг на га. Это немного меньше излишков азота и фосфора на гектар, чем было найдено в среднем для других финских ферм ЕРА, но приблизительно равно средним величинам для обычных шведских ферм. Вследствие небольших излишков азота его выбросы в атмосферу и сток в водную систему и, в конце концов, в Балтийское море очень невелики. Сток азота может быть оценен приблизительно на 70% ниже, чем в среднем для всего финского сельского хозяйства. Дефицит фосфора также свидетельствует о его низком стоке. Дефицит в 1 кг фосфора на гектар, возможно, компенсируется за счет выветривания минералов почвы и перехода фосфора в доступную для растений форму.



Почему экологическая продукция?

Хозяйство фермы Рекола разносторонне. Она начала работать согласно экологическим принципам в 1972 году, что для Финляндии очень рано. Мотивов для такого смелого поступка было несколько. Применение пестицидов, как до конверсии, было малопривлекательным делом и было желание производить полезные и чистые продукты питания. Одно практическое соображение, возникшее, когда Калерво принял руководство фермой от своих родителей, объяснялось желанием сделать ее самодостаточной с целью экономии средств. И наконец, большая часть почв фермы сформирована глинистыми наносами или тонким песком, смешанным с наносами. Это тот тип почвы, который можно улучшить экологическими методами.

Статус фермы в настоящее время?

После 25 лет биодинамического земледелия pH пахотных земель фермы повысился на 0,5 единиц и колебался от pH 5,3 до 6,1. На поля вносили небольшие количества доломитовой муки, которая увеличила содержание в почве кальция и магния, использовали также апатит и биотит. Содержание фосфора и калия осталось на прежнем уровне. Большая часть полей характеризуется высоким содержанием органического вещества.

Новый экологический статус был спланирован для всей фермы в целом с расчетом, чтобы разные отрасли хозяйства по возможности дополняли друг друга. Рекола была животноводческой фермой, и в то же время ее хозяйство соответствовало биодинамическим принципам. Тельные коровы с телятами были частью хозяйства с 1987 года и около двух лет назад на ферме было почти 75 кур. Было также небольшое стадо овец. На Рекола работала также пекарня, использующая свою муку.

Планы на будущее?

Ферма Рекола продолжала развиваться после завершения проекта БЕРАС. В последний год (2010) погода была теплее обычного и было мало дождей. В результате Рекола была вынуждена купить некоторое количество силоса. Но, с другой стороны, в теплую погоду огородные культуры росли лучше, чем когда бы то ни было, так как в саду был налажен полив. Урожай оказался на 20% выше среднего.

Начали выращивать пшеницу однозерновку (*Triticum monosocsum*) из семян, полученных у Ханса Ларссона, известного в Швеции биодинамического селекционера. Рекола некоторое время с успехом выращивала пшеницу спелту (полбу).

В 2011 году Рекола перешла в руки следующему поколению фермеров. Старший Калерво Рекола продолжал работать, но в облегченном режиме. Ферма будет продолжать следовать той же концепции при поддержке постоянной группы своих клиентов и потребителей.

(Интервью и отчет Пентти Сеури, агронома)

Со времени взятия этого интервью управление фермой перешло к молодому поколению. Йоона Рекола и Хенри Мурто теперь возделывают землю, пользуясь поддержкой и советом старшего поколения. В настоящее время на Рекола нет ни кур, ни овец, но в будущем они могут снова появиться. Китайская капуста отходит в производстве на задний план, так же как и другие виды капусты. В остальных отношениях ферма продолжает свой прежний курс и служит хорошим примером для других ферм, находящихся в сходных условиях в регионе Балтийского моря.

ЗАГЕРИ

Фермеры: Алдис и Игита Кесега

Участки: Ивандер, округ Кульдига

Местоположение:

Ивандес пагауст (Кульдига)

Площадь:

108 га пашни, 30 га леса

Животные: 18 мясных коров,

3 свиноматки, 49 свиней на мясо,

13 коз, утки, 20 кур и 4 лошади



ЛАТВИЯ

Загери расположена в области холмистого ландшафта на юго-западе Латвии, в районе наиболее интенсивного земледелия этой страны. Ферма содержит много различных видов животных, а также выращивает овощи и фрукты для домашнего потребления. Около 40% дохода ферма получает от агротуризма. Кесеги содержат гостиницу с сауной, которая может в летние месяцы принять более 30 гостей. Экологические, полученные на ферме продукты, входят в меню гостиничной столовой. Дом отделен от фермы резервуаром, наполняемым водой двух источников; излишки воды стекают в ручей.

Ферма была семейной собственностью в течение поколений, но была конфискована после присоединения Латвии к Советскому Союзу. В 1945 году отец был заключен в тюрьму и затем выслан в Сибирь. Ферма была возвращена семье только после предоставления Латвии независимости. С тех пор семья добилась впечатляющих успехов, модернизируя и восстанавливая все строения и перестроив в первоначальном виде жилой дом. Для всех построек был использован собственный лес и для этих целей семья установила небольшую лесопилку. Все это было сделано несмотря на то, что Алдис Кесега сильно пострадал в автоаварии несколько лет назад. Главная причина успеха — участие в восстановлении фермы всех семи членов семьи. Дети — два мальчика и три девочки — теперь покинули ферму, чтобы получить образование. Один из сыновей Кесега скоро получит диплом Сельскохозяйственного университета в Елгаве недалеко от Риги.

Загери является примером того процесса, который сегодня идет во многих частях Латвии: возрождение после многих десятилетий существования в рамках советской системы хозяйствования. Загери — это один из успешных примеров и поэтому не один год привлекал внимание прессы. Однажды ферму посетил президент Латвии.

Почему экологическое производство?

Когда я был с визитом в Загери зимой 2008 года, я спросил, почему семья перешла на экологическое производство. Мне сказали, что жена Алдиса Игета стала очень чувствительной к пестицидам. Другим важным фактором был контакт с Марой Бергмани, пионером биодинамического земледелия в Эстонии. Бергмани организовала сеть оздоровительных центров в Эстонии, где гости могли сочетать отдых на ферме с минеральными ваннами, гомеопатическим лечением и терапевтическим массажем.

Планы на будущее и государственная политика?

Наша дискуссия о будущем фермы перешла в дискуссию о будущем страны. Несколько лет назад латвийский министр сельского хозяйства спросил: что бы вы сделали с одним миллионом акров заброшенных сегодня земель? Многие фермы не использовались после окончания советской эры, их земли заросли кустарниками и сорняками. Часть земель была скуплена иностранными компаниями, которые планировали создать там широкомасштабные сельскохозяйственные предприятия.

Рис. 68. Разностороннее хозяйство фермы Загери с несколькими видами продукции животноводства включает также агротуризм, важный источник дохода семьи Кесега.



СТРАУМАЛИ

Фермер: Ивета Линина

Местоположение:
Мадлиенас (Огрес).

Площадь: 139 га пашни (включая аренду).

Животные: 49 породистых коров с телятами, 22 молодых коровы, 30 эко-свиней на мясо



Рис. 69. Производство животноводческой продукции в промышленном масштабе, частично принадлежащее и управляемое зарубежными корпорациями, выходит на рынок, возрождающийся на руинах колхозов советского периода.

СТРАУМАЛИ И ПАГАСТА ПАДОМЕ, ОРГАНИЧЕСКИЙ МОЛОКОЗАВОД

Чтобы больше узнать о развитии фермерства в Латвии, я посетил другую ферму БЕРАС, Страумали, самодостаточную в обеспечении себя кормами, с обширными полями многолетних трав и пастбищами, но использующую на корм также зерно.

Как нередко случается в Латвии, получив во владение землю, фермер сталкивается с большим количеством проблем. После распада Советского Союза многие семьи, прежде владевшие землей, получили обратно свои фермы, но без техники и построек, необходимых для современного хозяйства. Земля была частью грандиозного колхозного комплекса, чьи гигантские коровники и прочие постройки теперь лежат в руинах. Многие прежние владельцы не хотели отдавать в аренду свои земли под новые только возникающие фермы, а ждали, когда цены поднимутся, чтобы продать их по более высокой цене. Поэтому эти земли можно было арендовать только на год или на недолгое время, и это не создавало условий для долгосрочных инвестиций. Между тем, упомянутые выше сельскохозяйственные концерны могли обойти местных фермеров, когда земля выставлялась на продажу.

Пагаста Падоме — органический молокозавод

В дополнение к своей ферме, где у нее был один наемный работник, в 1994 году Ивета Линина организовала местный кооперативный молокозавод, Пагаста Падоме, которым она также руководила. С 2004 года все молоко этого завода сертифици-



ровалось как экологическое. Несмотря на экономический кризис в Латвии, завод управлялся так хорошо, что сумел выжить в трудные годы. Десять мелких производителей поставляют на завод молоко, где производится свежее пастеризованное молоко, незрелый сыр (очень вкусный) и масло. Пагаста Падоме конкурирует на местном рынке с большим молокозаводом в Риге (около 100 км на запад), но использует стеклянные бутылки, которые затем возвращаются на завод, стерилизуются и используются снова. Супермаркеты не любят использованные бутылки для повторного использования, поэтому молоко Пагаста Падоме продается в небольших местных магазинах.

Почему экологическое производство?

Ивета Линина в советское время получила ученую степень в области пищевой промышленности. Она отвечала за продукцию, получаемую колхозом от 2 000 мясных бычков. Даже тогда у нее возникали вопросы о смысле ее работы и о том, как ее усовершенствовать. Когда я спросил ее, почему она выбрала экологическое направление и как все это началось, она ответила без колебаний: «Я отношусь к Зеленым». Она начала делать шаги от широкомасштабного производства к мелкомасштабному, ее энтузиазм безошибочно указывает ей направление работы. И кажется, она завоевала уважение и признательность местного населения.

Планы на будущее?

Ответ Иветы на вопрос «Что дальше?» звучит так: «Никогда не прекращать борьбу». Первоочередная угроза сегодня — намерение одной фирмы построить вблизи молокозавода громадную «промышленную ферму» по производству свинины. Планируется производство 35 000 свиных туш в год. В соответствии с Директивами ЕС по нитратам ферме потребовалось бы 1 000 га земли, чтобы распределить на ней весь навоз, которое такое громадное количество свиней могло бы произвести. И компания уже купила несколько сотен гектаров. Более того, ее бизнес-план предусматривает увеличение продукции животноводства в три

раза. С самого начала такое большое сооружение потребует многочисленных транспортных средств для вывоза навоза и вызовет эмиссию питательных веществ в атмосферу и местные водные источники. И не только местные: потоки воды в этой местности текут в Даугаву и, в конце концов, в Балтийское море. Чувствительная окружающая среда с ее разнообразием птиц и развивающимся экологическим земледелием окажется под угрозой. Вопрос заключается в том, будут ли способны жители этой области перенести все последствия сооружения такого предприятия. Ивета и ее соседи начали создавать активную группу, чтобы протестовать против планов свиноводческого предприятия.

Государственная политика?

Ивета Линина и местный библиотекарь — оба члены протестной группы — показали мне карту и те восемь мест в Латвии, где планируется возвести подобные громадные «производственные фермы». Группа писала протесты в государственные учреждения и планирует вступить в контакт с членом Комиссии ЕС по окружающей среде. Даже если животноводческое предприятие сумеет арендовать достаточно земли, чтобы выполнить требования Директив по нитратам, загрязнение питательными веществами от сооружения такого огромного производства будет в два или три раза выше, чем на ферме ЕРА.

Мы должны повторить, что Швеция, хотя и выполняет директивные требования, — самый значительный, второй после Польши источник выбросов азота в Балтийское море. Кажется, что самый худший сценарий в отношении Балтики может стать реальностью.

Существует крайняя необходимость всестороннего пересмотра существующего пути развития. Много ли таких производственных ферм отправляют стоки в море? Где они расположены? Каково их потенциальное влияние на окружающую среду? Некоторые такие фермы, производящие свинину и птицу, уже работают, и это тоже требует оценки. То же самое происходит в других странах Балтии и в Польше, и на российских территориях, в Калининграде и в окрестностях Петербурга.

В Польше наблюдается тенденция к созданию сельскохозяйственных предприятий супер-больших масштабов. Американские компании по производству свинины и мяса (бойни) уже давно обосновались в Польше и уже широко подвергаются критике за их пренебрежение к нормам за-

грязнения окружающей среды, которые соблюдаются совершенно недостаточно.

Таким образом, тучи и с востока, и с запада застилают горизонт будущего Балтии. Вопрос стоит так: будем ли мы в Швеции, Финляндии и Дании способны вовремя исправить ошибки в системе нашего сельского хозяйства? Нет исчерпывающего ответа (не говоря уж об общем согласии) на вопрос, что нужно, чтобы реформировать сельское хозяйство и сделать его стабильным по отношению к окружающей среде. Мы до сих пор занимаемся исправлениями и заделыванием дыр в системе, которая в течение десятилетий уже продемонстрировала свою несостоятельность. Теперь появился дополнительный вопрос: будут ли способны наши восточные соседи избежать тех же ошибок? Этот вопрос становится все более неотложным, так как промышленные сельскохозяйственные корпорации усиливают давление, чтобы проникнуть на новые территории. Их крупный масштаб напоминает советскую эру, но движущая сила этой тенденции другая — прибыль.

СОХРАНЕНИЕ РЕСУРСОВ — МЕРЫ И ВЫГОДЫ

Экономические исследования показали, что экологические фермы могут быть такими же доходными, как конвенциональные, если соблюдается баланс между животноводческим и растениеводческим производством. Более низкие урожаи компенсируются отсутствием вложений в минеральные удобрения и пестициды. Но потребители также должны платить реальную стоимость продуктов, которые они едят.

Примеры, приведенные в предыдущей главе, и фермы, участвующие в проекте БЕРАС, показали, что вполне возможно — в самых разных условиях — успешно вести ферму без высокорастворимых минеральных удобрений и химических пестицидов. Сегодня есть много таких ферм — реально существующих примеров того, как можно заниматься земледелием в Швеции и других странах, прилегающих к Балтийскому морю, в рамках системы хозяйства, которая позволяет эффективно экономить невозобновляемые природные ресурсы и не загрязнять окружающую среду излишками питательных веществ и токсическими химикатами. Вполне возможно сохранить Балтийское море и производить достаточно продуктов питания высокого качества. Эти цели вполне достижимы и обещают хороший экономический эффект региональным фермерам.

Основные принципы экологического метода

Что надо сделать, чтобы достичь поставленных целей? Прежде всего, все сельскохозяйственное производство в Швеции и других странах вокруг Балтийского моря должно быть подчинено законам экологии, как это было сделано на описанных здесь экологических и биодинамических фермах. Просто отказаться от минеральных удобрений и химических пестицидов не достаточно. Настоящая экологическая ферма должна работать в соответствии с основными экологическими принципами: возобновляемые источники энергии, замкнутые циклы, биоразнообразие.

Ферма Мелби

Даже такая маленькая ферма, как Мелби может обеспечить семью, если ее владельцы способны организовать свое собственное производство продуктов для продажи постоянной клиентуре. Харальд и Соня Спир на ферме Мелби в Сёдерманланд — живое доказательство. На полях введен севооборот



Рис. 70. Разнообразие растений и бабочек на ферме увеличилось уже через год после конверсии с конвенциональной на органическую систему земледелия, согласно недавно опубликованным результатам исследования команды Шведского сельскохозяйственного университета в Ультуне и Университета в Лунде. Число видов бабочек продолжает увеличиваться и в последующие годы. На фермах, практикующих органическую систему 25 лет, было обнаружено в два-три раза больше видов бабочек, чем на тех, которые прошли конверсию недавно.

Источник: Jonason et al (2011). J. of Applied Ecology 48:3:543-550. Available online at <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3123746/>.



Рис. 71 а. Юхово в Польше, 1 400 га, 350 молочных коров.

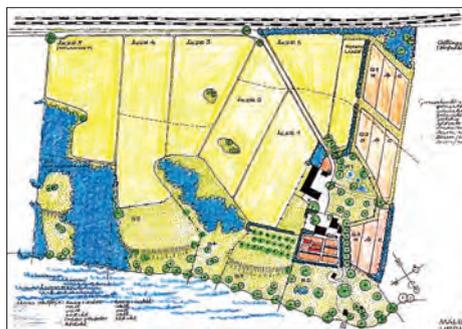


Рис. 71 б. Мелби, ферма в 10 га в Содерманланд (юг центральной Швеции).

с различными культурами, в котором чередуются питающая почву злаково-бобовая многолетняя смесь и истощающие почву зерновые, снабжающие кормом животных, которые в свою очередь дают навоз для интенсивного возделывания овощей. В саду также налажен севооборот, включающий несколько лет многолетних трав с бобовыми и несколько видов овощей и корнеплодов. Пастбище для овец расположено вокруг фермерского дома и других построек. Ферма имеет и небольшой участок леса. Совсем близко от дома на спуске к озеру разбит сад трав с лекарственными растениями, которые ферма продает. Сад привлекает много посетителей, организуются специальные туры для знакомства с садом.

Самоподдерживающиеся фермы ЕРА варьируют от очень большой биодинамической фермы Юхово в Польше с ее 1 400 га окультуренной земли и 350 молочных коров до действительно мелкомасштабных хозяйств, придерживающихся тех же основных правил: баланс между питающими, создающими гумус культурами и культурами, истощающими почву; создание и повышение почвенного плодородия и ориентированный на переработку отходов баланс между растениеводством и животноводством.

1. Экономия азота и других питательных веществ растений путем вторичной переработки отходов внутри агроэкологической системы в максимально возможной степени: выбросы питательных веществ в окружающую среду должны быть сокращены до минимума. Для этого требуется, чтобы число животных на ферме было ограничено площадью фермы и чтобы навоз и моча перерабатывались таким способом, который минимизирует выбросы. Это требует максимально возможной переработки питательных веществ растений в другие материалы, которые удаляются с полей.

Конвенциональные фермы для перехода на экологический баланс должны осуществить следующие меры:

- Фермы без животных должны завести столько животных, для питания которых будет достаточно своих кормов, или вступить в соглашение с соседней фермой, которая держит животных.
- Ферма, которая держит больше животных, чем она может обеспечить своими кормами, должна уменьшить численность своего стада так, чтобы она соответствовала возможностям фермы.

Благодаря этим мерам достигается равновесие между животноводством и растениеводством. Они также способствуют улучшению регионального баланса в отношении числа живот-

ных. Общая плотность животных на гектар останется в Швеции в среднем той же, что и сегодня, но с одним принципиальным различием: значительная часть животных будет пастись на пастбищах, и их диета будет включать больше грубых кормов, чем сегодня. С точки зрения животных, эти перемены будут означать лучшую среду и лучший уход.

2. Снабжение азотом за счет солнечной энергии вместо энергии топлива, благодаря использованию бобовых, фиксирующих атмосферный азот: запасы питательных веществ в почве должны перейти в доступную для корней форму благодаря выращиванию культур с глубокой, хорошо развитой корневой системой и путем стимуляции активности почвенных микроорганизмов и почвенной фауны. Азот и углерод — ключевые элементы для синтеза гумуса, который, в свою очередь, служит пищей микробам, дождевым червям и прочей почвенной фауне, увеличивает водоудерживающую способность почвы, улучшает развитие корней, рост растений и их способность поглощать питательные вещества, а также повышает их устойчивость к стрессам и питательную ценность продуктов.

Конвенциональные фермы должны будут принять следующие меры:

- По меньшей мере 30-40% площади пашни должны быть отведены под многолетнюю злаково-бобовую смесь. Это относится к фермам, которые до недавнего времени выращивали зерновые и не держали животных, которых можно было кормить грубым кормом. В дальнейшей перспективе это значит, что все фермы должны будут иметь какое-то количество животных и кормить их грубым кормом, при этом часть многолетних трав может быть перепахана и служить зеленым удобрением.
- Многолетние травы должны включать бобовые. Многие конвенциональные фермы, культивирующие многолетние травы, отдают предпочтение главным образом злаковым травам и удобряют их импортным азотом в форме дорогих минеральных удобрений, стоимость которых можно было сэкономить. Многолетние травы с 30% бобовых сделают ферму самодостаточной в отношении азота и помогут минимизировать потери азота при обработке навоза и использовании других методов.

3. Циклы питательных веществ. Связывание и освобождение азота и других, связанных органическим веществом почвы элементов питания растений, должно находиться под контролем, так чтобы их количество в доступной форме в каждый

Любая ферма, большая или маленькая, может быть организована согласно принципам экологической устойчивости. Пример большой биодинамической фермы — Юхово в северо-западной Польше, где Себастиан Хуземан работает техническим менеджером в коровнике. Ферма имеет 1 400 га пашни и 350 молочных коров плюс собственное стадо замещения, плюс производство мясных продуктов и разнообразные полевые культуры с многолетними травами и кормовыми зерновыми, которые покрывают потребность фермы в кормах, а также продовольственные зерновые и садово-огородные культуры, продукцию которых продают в магазине фермы.

момент времени соответствовало потребностям растений. Когда это равновесие достигнуто, выбросы питательных веществ в окружающую среду значительно уменьшатся.

Необходимые меры:

- Каждая ферма наряду с другими техническими мерами должна запланировать севооборот, соответствующий местонахождению фермы, и обеспечить переработку навоза и мочи.
- Многолетние травы должны занимать свое место в севообороте в течение нескольких лет и включать злаки и бобовые, так чтобы после окончания периода многолетних трав пашня не слишком быстро теряла запасы азота. Выбор культур, техника обработки почвы и время проведения различных мероприятий должны соответствовать местному климату и свойствам почвы. Увеличение площади трав предполагает увеличение объема мясной продукции жвачных животных, выращенных на грубых кормах, и соответствующее уменьшение производства свинины и птицы.

Ротация разнообразных культур необходима, чтобы избежать размножения вредителей, грибных болезней и сорняков. Севооборот должен включать такие кормовые культуры, как масличные, горох, бобы и другие для компенсации отказа от импортных концентратов.

Как свидетельствуют описанные выше примеры, вполне возможно успешно вести дела экологической и хорошо адаптированной фермы без использования химических пестицидов при соблюдении следующих условий: биоразнообразии, достаточное снабжение растений питательными веществами и механизированный контроль сорняков.

На основе севооборота, рекомендованного для ферм ERA, и примеров из проекта БЕРАС, можно разработать агрономический сценарий для всей Швеции в целом. При этом важно учесть значительные расхождения в условиях производства в различных частях страны.

В такой стране как Швеция, требование ко всем фермам выращивать многолетние злаково-бобовые смеси по меньшей мере на одной трети их площади в дополнение к площади, долгое время занятой пастбищем, означало бы, что около 60 % пахотной земли производили бы многолетние травы, в противоположность 45 % сегодня.

В дальнейшем площади под многолетними травами должны были бы быть перераспределены по стране, и особенно увеличены на равнинах и на фермах, которые сегодня полностью специализированы на производстве зерновых.

Регион	Площадь 1 000 га	Примерный севооборот	Доля многолетних трав + пастбища: будущее и (настоящее)
Северная Швеция (Норланд)	270	Травы Травы Травы Зерновые Зерновые/ зелень на силос	80 % (80 %)
Покрытые лесом части средней и юж- ной Швеции (Свеаланд, Гёталанд)	700	Травы Травы Травы Зерновые Зерновые	75 % (63 %)
Нерентабель- ные земли южной Швеции (Гёталанд)	300	Травы Травы Зерновые Зерновые/ горох Зерновые/ зелень на силос	70 % (41 %)
Равнины южной Швеции (Гёталанд)	1 400	Травы Травы Зерновые Зерновые Горох, бобы, корнеплоды Зерновые	50 % (27 %)

Таблица 4. Распределение по регионам культивируемых земель и примеры севооборотов, соответствующих условиям Швеции, по регионам.

Для соблюдения равновесия предполагается, что производство мяса должно быть в текущее время равно потреблению. Снижение производства кормового зерна и увеличение площади под травами потребовали бы ограничения производства свинины на одну треть за счет соответствующего роста потребления говядины, требующей грубых кормов, так чтобы общее производство мясных продуктов осталось бы на прежнем уровне. В результате объем свинины снизился бы до уровня, бывшем в Швеции в 1950-х годах. Если травы используются как источник азота, более выгодно держать мясных и молочных коров на диете, состоящей преимущественно из грубых кормов.

Более высокий доход для фермера — и для страны

До сих пор мы не произвели подсчета стоимости самой конверсии. Она будет зависеть от того, как быстро будет произведена конверсия. Если конверсия идет в ногу с изнашиванием существующих зданий, построек и оборудования и новые инвестиции вкладываются постепенно, то ее стоимость будет не слишком большой нагрузкой. Экономические исследования показали, что доходность экологических ферм не должна быть ниже, если соблюдается баланс между животноводческим и растениеводческим производством. Как мы отмечали, более низкие урожаи компенсируются отсутствием затрат на удобрения и пестициды. Для фермеров южной Швеции, специализирующихся на интенсивном производстве зерна, ситуация может быть другой.

Широко распространившаяся конверсия на экологический безотходный режим оживила бы сельскую местность с большим количеством разнообразных ферм.

Такое развитие вполне достижимо в странах Балтийского региона.

Страны Балтийского региона могут стать примером для других стран, не только тех, что входят в ЕС, где конверсия на ЕРА может разрешить растущие проблемы с высокой стоимостью излишков продукции и растущим влиянием сельского хозяйства на окружающую среду. Экологическое безотходное земледелие в регионе Балтийского моря может быть также примером и для политических деятелей во многих странах мира, где экологические методы, адаптированные к широкому кругу местных условий, вводятся как альтернатива конвенциональной агрономической системе.

ВЫВОДЫ

Природные экосистемы должны следовать законам экологии и мы, люди, также должны следовать им, где бы мы ни вмешивались в жизнь экосистем, чтобы использовать ресурсы, предоставленные нам Природой.

- Мы можем учиться на исторических примерах, как изменить наши методы, чтобы больше не разрушать ресурсы, от которых зависит наша жизнь, но, наоборот, умножать ресурсы и создавать плодородную почву.
- Но исторические примеры демонстрируют также, как быстро мы, люди, можем разрушить то, что создали природные процессы.
- Ограниченные ресурсы нефти и минералов бесконтрольно расходуются, что приводит к растущему загрязнению окружающей среды.
- Современная зависимость земледелия от энергии топлива и конвенциональные методы культивации земли со специализацией ферм или на животноводстве или на растениеводстве, и вследствие этого постоянные затраты энергии и ресурсов, ведут к истощению ресурсов, эвтрофикации озер и морей, климатическим нарушениям, деградации почв и снижению питательной ценности продуктов питания.
- Площадь пахотных земель сжимается, в то время как планета должна кормить все большее количество ртов.
- Реально существующие фермы в регионе Балтийского моря свидетельствуют, что экологическое земледелие, основанное на замкнутых циклах энергии и ресурсов, использующее органические удобрения и севообороты, включающие генерирующие гумус, симбиотически фиксирующие азот злаково-бобовые многолетние травы, может восстановить плодородие почвы, восстановить жизнь моря, уменьшить изменяющую климат эмиссию парниковых газов и обеспечить высокую питательную ценность нашей пищи.
- Короткое расстояние между производством продуктов питания и потребителями, а также переработка продуктов недалеко от их источника обеспечивает дополнительные преимущества с точки зрения экологии в форме более близких перевозок и создает дополнительные стимулы и рабочие места в сельских регионах, что будет благоприятствовать фермерству и продовольственной индустрии в будущем.
- Конверсия на экологическое безотходное земледелие, как описано здесь, и все более и более живое взаимодействие между местными общинами и окружающими их фермами во всем регионе Балтийского моря, может спасти Балтийское море и послужить вдохновляющим примером для остального мира.
- Мы, как потребители, также должны будем несколько изменить наш стиль жизни и выбор продуктов питания для нашего стола. Фундаментальная реформа земледелия в соединении с изменением нашей диеты — меньше мяса и больше овощей и корнеплодов с экологических безотходных ферм — сделает возможным накормить все население планеты за счет ее ресурсов, теперь и в будущем.

ОТЧЕТЫ ПРОЕКТА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ БЕРАС, ДОСТУПНЫЕ НА САЙТЕ WWW.BERAS.EU

Reports

The results from research carried out in BERAS project (2003–2006) form the basis for the current BERAS Implementation project (2010–2013) and are made available in seven reports

[Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society \(BERAS\) — Executive Summary.pdf](#)

BERAS executive summary, Granstedt, A. 2007.
(Finns ej i tryckt form)

Beras report nr 1 – Local and organic food and farming around the Baltic Sea

[beras 1 – local and organic food and farming around the Baltic sea — ekolantbruk40.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 40. Sepänen, L (ed.). July 2004.

Beras report nr 2 – Effective recycling agriculture around the Baltic Sea

[beras 2 – wp3 – effective recycling agriculture around the baltic sea.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 41. Granstedt, A., Seuri, P. and Thomsson, O. December 2004.

Beras report nr 3 – Economical studies within WP3.

[Economical studies within WP3.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 43. Possibilities for and Economic Consequences of Switching to Local Ecological Recycling Agriculture, Sumelius, J. (Ed). 2005

Beras report nr 4 – Obstacles and solutions in Use of Local and Organic Food

[Obstacles and solutions in Use of Local and Organic Food.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 44. Kakriainen, S., von Essen H. (ed.). Augusti 2005.

Beras report nr 5 – Environmental impacts of ecological food systems – final report from BERAS

[Environmental impacts of ecological food systems – final report from BERAS, pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 46. Granstedt, A., Thomsson, O. and Schneider, T. January 2006.

Beras report nr 6 – Approaches to Social Sustainability in Alternative Food Systems

[Approaches to Social Sustainability in Alternative Food Systems.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk nr 47. Sumelius, J. & Vesala, K.M. (eds.). December 2005.

Beras report nr 7 – The Power of Local – Sustainable Food Systems around the Baltic Sea

[The Power of Local – Sustainable Food Systems around the Baltic Sea.pdf](#)

Ekologiskt lantbruk Eds: Kahiluoto, H., Berg, P.G., Granstedt, A., Fisher, H. & Thomsson, O June 2006

Rapporterna är publicerade vid Centrum för Uthålligt Lantbruk (CUL) Sveriges Lantbruksuniversitet.

BERAS-related peer-reviewed scientific publications

- **Granstedt, A., Seuri, P and Thomsson, O. 2008.** Ecological Recycling Agriculture to Reduce Nutrient Pollution to the Baltic Sea. *Journal Biological Agriculture and Horticulture*, 26(3) 279–307.
- **Granstedt, A., Tyburskij, J., Stalenga J. 2007.** Nutrient Balances in Organic Farms. Baltic Sea project BERAS (Baltic Ecological Recycling Agriculture and Society), results from Poland. In: Scientific Agricultural conference Poznan August, 2007.
- **Granstedt, A. 2000.** Increasing the efficiency of plant nutrient recycling within the agricultural system as a way of reducing nutrient pollution to the Baltic Sea. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 1570 (2000) 1–17. Elsevier Science B.V. Amsterdam
- **Granstedt, A., L-Baekström, G. 2000.** Studies of the preceding crop effect of leys in ecological agriculture. *American Journal of Alternative Agriculture*, vol. 15, no. 2, pages 68–78. Washington University.
- **Granstedt, A. 1995.** Studies on the flow supply and losses of nitrogen and other plant nutrients in conventional and ecological agricultural systems in Sweden. *Biological Agriculture and Horticulture*. vol. 11, 51–67.
- **Granstedt A. 1992.** Case studies on the flow and supply of nitrogen in alternative farming in Sweden. *Biological Agriculture and Horticulture* 9:15-63.
- **Helmfried, H., Haden, A. and Ljung M. 2007.** The Role of Action Research (AR) in Environmental Research: Learning from a Local Organic Food and Farming Research Project. *Journal Systemic Practice and Action Research*.
- **Larsson, Markus 2012.** Environmental Entrepreneurship in Organic Agriculture in Järna, Sweden, *Journal of Sustainable Agriculture*, 36:2, 153–179
- **Larsson, M., Granstedt, A. and Thomsson, O. 2011.** Sustainable Food System –Targeting Production Methods, Distribution or Food Basket Content? In *Tech – Organic Food and Agriculture / Book 1*
- **Larsson, M. and Granstedt, A. 2010.** Sustainable governance of the agriculture and the Baltic Sea – agricultural reforms, food production and curbed eutrophication. *Ecological Economics*, vol. 69, no. 10, 15 August 2010.
- **Nousiainen, M., Pylkkinen, P., Saunders, F., Seppinen, L., and Vesala, K.M. 2009.** Are Alternative Food Systems Socially Sustainable? A Case Study from Finland. *Journal of Sustainable Agriculture*, Volume 33, Issue 5.

Коротко основные результаты проекта

БЕРАС — БАЛТИЙСКОЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ БЕЗОТХОДНОЕ ЗЕМЛЕДЕЛИЕ И ОБЩЕСТВО.

Проект исследований и развития, частично финансируемый ЕС (BSR INTERREG IIIВ) 2003–2006.

Сельскохозяйственный и продовольственный сектор Швеции и некоторых других западно-европейских стран сегодня характеризуется разделением на специализированные растениеводческие хозяйства с применением минеральных удобрений и без животных, и на животноводческие хозяйства, сконцентрированные в нескольких регионах. Продовольственная система характеризуется перевозками на большие расстояния сельскохозяйственных продуктов, животных и кормов и использованием невозобновляемых источников энергии в продовольственной цепи. Эти характерные черты являются главной причиной загрязнения воды, эмиссии парниковых газов и деградации биоразнообразия. Эта ситуация описана в основном отчете проекта БЕРАС. Он основан на проведенном Гранстедтом (2000) анализе баланса питательных веществ растений и их потоков на уровне фермы, регионов и страны в Швеции и Финляндии. Ситуация с окружающей средой в районе Балтийского моря отражает нерациональное использование людьми природных ресурсов.

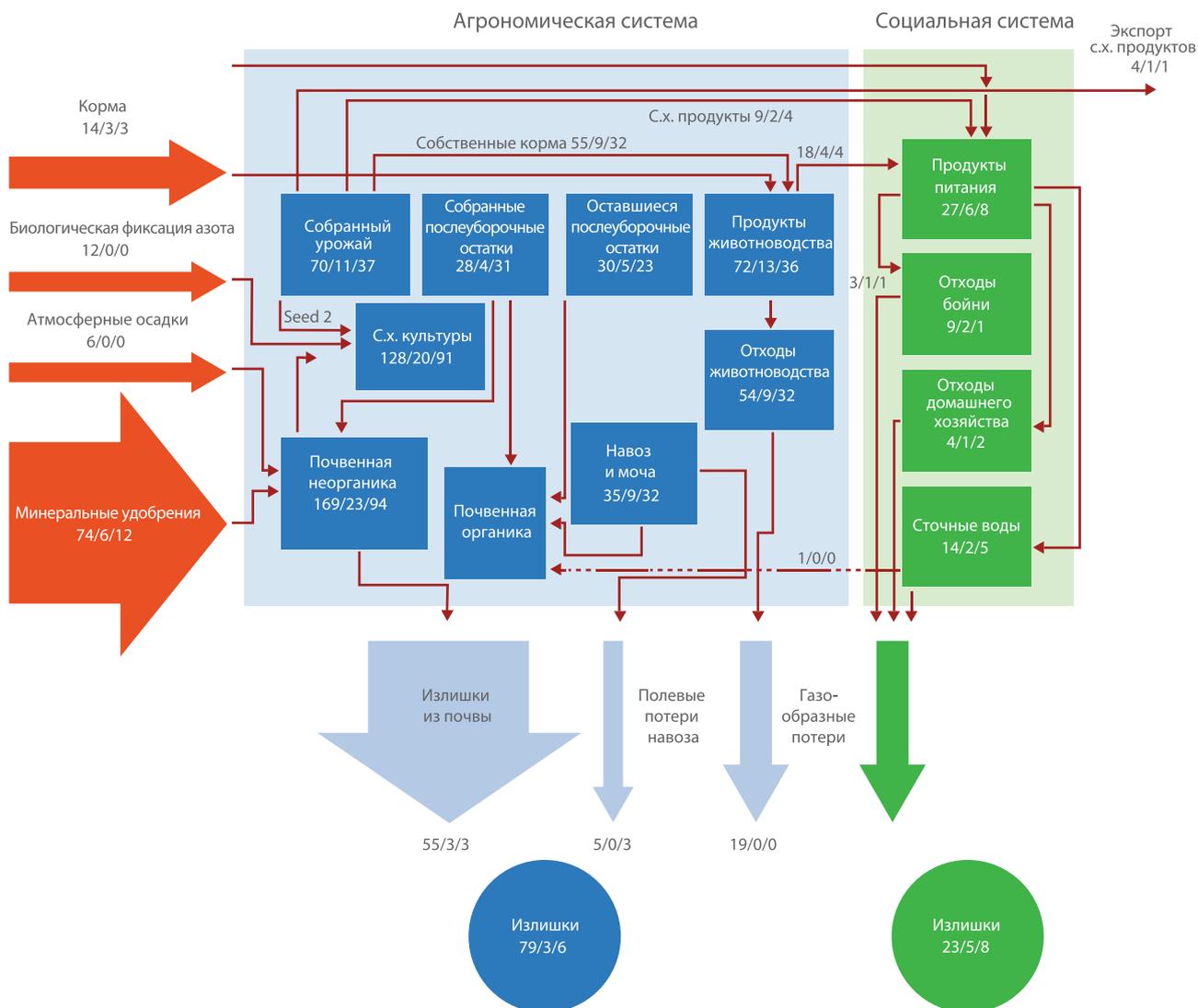
Цель проекта БЕРАС — создать базу знаний и методов для более стабильного стиля жизни в сельскохозяйственной и продовольственной отрасли. В проекте дана оценка примерам экологического и местного/регионального производства, переработки, транспорта и потребления продуктов питания. На всех 48 фермах, представляющих экологическое безотходное земледелие, и десяти местных продовольственных инициативах, включенных в проект, была изучена вся цепь производства продуктов питания. Проект БЕРАС отвечал потребности проанализировать экологические и социо-экономические последствия экологического безотходного земледелия, а также благоприятные возможности и препятствия, стоящие на пути всевозможных участников продовольственной системы, а именно производителей, переработчиков, продавцов и потребителей. Изучение различных аспектов продовольственной системы проводилось при участии 20 институтов и более 50 академических исследователей во всех восьми государствах — членах ЕС в районе Балтийского моря: Швеции, Финляндии, Дании, Германии, Польши, Литвы, Латвии и Эстонии.

Проект был начат в марте 2003 года и закончен в марте 2006. Работа включала 5 рабочих блоков: блок 1 (изучение данных — отчет 1 и 2), блок 2 (окружающая среда — отчет 2 и 5), блок 3 (экономика — отчет 3), блок 4 (социология — отчет 6) и блок 5 (анализ и обобщение — отчет 7 и 8). К настоящему времени 7 отчетов опубликованы Шведским университетом сельскохозяйственных наук (SLU) через посредство Центра устойчивого земледелия (CUL). Отчеты и административные выводы доступны на сайте: www.beras.eu.

Ниже главные выводы, сделанные на основе работы БЕРАС:

1. **Основная причина растущего выброса азота и фосфора в Балтийское море — специализация сельскохозяйственного производства с разделением растениеводства и животноводства.** Такая реструктуризация произошла в сельском хозяйстве скандинавских стран после Второй мировой войны и явилась причиной появления ферм с высокой концентрацией животных и большими излишками питательных веществ растений, особенно в некоторых регионах Швеции, Финляндии и Дании (блок 2, отчет БЕРАС 2, IV).
2. **Специализация сельского хозяйства в Польше и Прибалтийских государствах,** проведенная по образцу Швеции, Финляндии и Дании, привела бы к увеличению азотного загрязнения Балтийского моря более чем на 50 % (блок 2, отчет БЕРАС 5, II).
3. **Сельское хозяйство, основанное на принципах экологической безотходности,** согласно результатам проекта БЕРАС, привело бы к уменьшению стоков азота в два раза, а также к значительному снижению выбросов фосфора. Экологическое безотходное земледелие (ЕРА-земледелие) получило следующее определение: агрономическая система, основанная на местных и возобновляемых ресурсах с интеграцией растениеводства и животноводства (на каждой ферме или на близлежащих фермах), при условии, что значительная часть питательных веществ эффективно перерабатывается путем введения в севооборот кормовых культур (в Европе это займет около 80 % пахотной площади). Это означает, что каждая ферма (или фермы, совместно перерабатывающие отходы) стремится стать самодостаточной в производстве кормов с ограничением плотности животных в расчете на единицу площади, что гарантирует более равномерное распределение животных среди большинства ферм (блок 2, отчет БЕРАС 5, II).
4. **Выбросы азота снизились бы в странах с интенсивным земледелием сильнее,** чем в Прибалтийских странах и Польше, где сегодня преобладает экстенсивная форма земледелия. Было вычислено, что в Швеции потенциальное снижение выбросов азота может составить 70–75 % (блок 2, отчет БЕРАС 5, II).

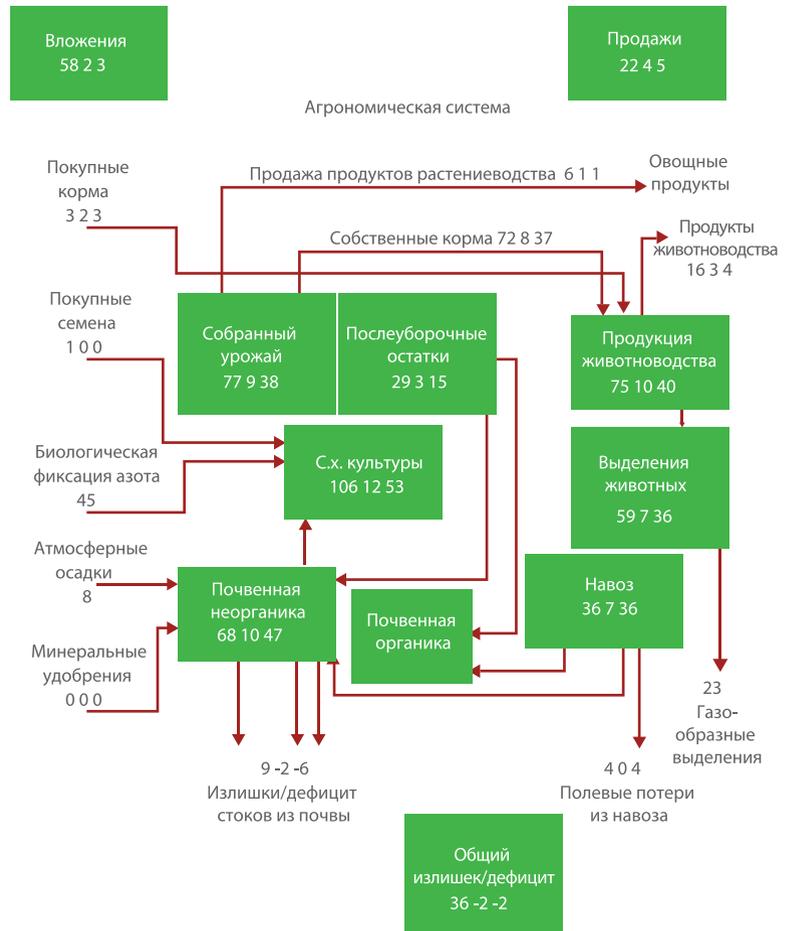
5. **Общий выход животной и растительной продукции не должен снизиться** от такой сельскохозяйственной реформы в бассейне Балтийского моря, если уровень производства на участвующих в проекте экологических безотходных фермах в Швеции будет принят как стандарт (блок 2, отчет БЕРАС 5, II).
6. **Доля многолетних трав в будущем экологическом безотходном земледелии должна будет увеличиться** в областях, которые сегодня специализируются главным образом на производстве зерна. Многолетние травы с клевером и злаками должны выращиваться на всех фермах. Это повысит шансы на снижение стока питательных веществ растений, на увеличение содержания гумуса в почве и стимулирует биоразнообразие (блок 2, отчет БЕРАС 5, II).
7. **Увеличение доли многолетних трав в севообороте приведет к качественному изменению производства мяса:** производство мяса нежвачных животных (птицы, свинины) снизится в два раза, а производство говядины увеличится. При этом потребление мясных продуктов в целом останется на уровне сегодняшнего дня (блок 2, отчет БЕРАС 5, IX).
8. **Местное производство, переработка и распределение продуктов питания экологического безотходного земледелия сможет снизить первичное потребление энергии** и эмиссию парниковых газов по сравнению с современной конвенциональной системой производства продуктов питания. Согласно сценарию, основанному на изучении экологической местной продовольственной цепи в Ярне и среднего потребителя в Швеции, первичное потребление энергии на душу населения должно снизиться на 40 %, а выбросы парниковых газов в пищевой цепи — на 20 % (блок 2, отчет БЕРАС 5, V, IX).
9. **Переход на вегетарианскую диету (на 80 % меньше мяса и на 100 % больше овощей) может снизить потребление энергии** на 60 % и эмиссию парниковых газов. Площадь земли в Швеции, необходимая для производства продуктов питания уменьшится на 50 %, если включить сюда площади, на которых производятся импортные корма. Излишки азота на душу населения в Швеции при более вегетарианской диете уменьшатся на 65 % по сравнению с сегодняшним конвенциональным стилем потребления питания (блок 2, отчет БЕРАС 5, V, IX).
10. **Экологическая и ориентированная на местное производство продовольственная цепь позволит отказаться от химических пестицидов,** создать большее разнообразие продуктов и увеличить долю пастбищ в обеспечении животных кормами. Все это обогатит биоразнообразие сельского ландшафта (блок 2, отчет БЕРАС 5, VI). Земледелие, основанное на интеграции растениеводства и животноводства, и плотность животных, ограниченная самодостаточностью фермы в производстве кормов, предотвратит дезинтеграцию сельского ландшафта в странах Балтийского бассейна и поможет сохранить его, как это произошло в Польше, где сельский ландшафт все еще отличается значительным биоразнообразием. В Прибалтийских государствах, где широкомасштабное производство советских времен развалилось, и в индустриализованных и специализирующихся на производстве зерна районах Швеции, Финляндии и Дании переход на экологическое земледелие приведет к восстановлению сельского ландшафта (блок 4, отчет БЕРАС 4).
11. **Экономические исследования на уровне ферм свидетельствуют, что стоимость продукции повышается,** если в нее включить стоимость мер, ведущих к сохранению окружающей среды. Сюда входит, среди других мер, ограниченное использование кормовых концентратов. Без соевого белка удои коров снижаются на 12 %. Ограничение числа животных способностью фермы обеспечить их своими собственными кормами также имеет экономические последствия. В Ярне стоимость молочной продукции была на 19 % выше, чем на конвенциональных фермах (0,5–0,6 шведских крон на кг молока). Расходы на питание в домашних хозяйствах Ярны, большей частью, экологическими и произведенными местными хозяйствами продуктами были на 25 % выше. Однако в этом отношении возможны большие вариации в зависимости от вида продуктов. Конвенционально произведенные продукты не включают стоимость мер, потраченных на охрану среды. Поэтому их усиленно продвигают в будущее и во все части мира (блок 3, отчет БЕРАС 3).
12. **Практические примеры экологического безотходного земледелия,** местной переработки продуктов, кооперации со школами, экологического туризма и развития местных рынков были приведены в отчетах ферм восьми стран, участвующих в проекте. Исследования показали, как частные инициативы, рост понимания влияния продовольственной цепи на окружающую среду и более живая кооперация между людьми, могут привести к укреплению экологической, экономической и социальной стабильности общества. Такое общество предоставляет больше рабочих мест в сельской местности и укрепляет местную сельскую экономику. Можно ожидать, что оно сыграет большую роль в сохранении и развитии сельской культуры и повысит качество жизни в регионе Балтийского моря. Распространение такого типа земледелия может иметь позитивное влияние и на более бедные сельские местности в странах — новых членах ЕС, и на потерявшие большую часть сельского населения страны с более индустриализованным и специализированным земледелием (блок 4, отчет БЕРАС 6).



Оценка потоков азота, фосфора и калия кг/га в год, сделанная на основе доступной государственной шведской статистики (Statistics Sweden) за период 2000–2002 гг. В среднем утилизация азота составляет только 30%. Разница между общим притоком азота в форме минеральных удобрений (74 кг), атмосферных осадков (6 кг), биологической фиксации (12 кг), импортных кормов (14 кг) и переработки отходов — с одной стороны — и использованием азота в производстве продуктов питания — с другой — теряется в окружающей среде в количестве большем, чем может удержать почва. Часть этих вычисленных излишков (79 кг) — 55 кг выделяется из почвы и 19+5 кг выделяется животными. Приведенные цифры представляют вычисленные средние значения для всей Швеции. Однако есть большая разница между специализированными на зерне фермами (значительно меньшие выбросы) и специализированными животноводческими фермами (суммарные выбросы выше почти в два раза).
 Источник: отчет БЕРАС 2, Гранстедт, Сеури, Томсон, (2004).

- Granstedt A, 2000. Увеличение эффективности переработки питательных веществ растений в агрономической системе как путь к уменьшению загрязнения Балтийского моря. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 1570 (2000), 1–17. Elsevier Science B.V. Amsterdam.
- Granstedt A., Seuri P., Schneider T., Thomsson O. 2008. Экологическое безотходное земледелие снижает загрязнение Балтийского моря. *Journ. Ecological Agriculture and Horticulture*.

Поток N/P/K кг на га в год в агрономической-экосистеме фермы Иттеренеби-Скиллеби (0,6 единиц животных на га) в 2002–2003 годах



Вычисленные показатели	N	P	K
Выбросы при хранении навоза	0,4		
Полевые потери из навоза	0,1	0,05	0,1
Корма/продукты животноводства	4,6	3,0	10

Реальные данные	N	P	K
Покупные продукты животноводства	3	2	3
Покупные семена	1	0	0
Биологическая фиксация азота	45		
Атмосферные осадки	8		
Минеральные удобрения	0		
Экспорт продуктов растениеводства	5,5	1	1
Экспорт продуктов животноводства	16	3	4
Вычисленные данные			
Собственные корма	72	8	37
Послеуборочные остатки	29	3	15

Потоки питательных веществ — азота (N), фосфора (P), калия (K) — кг на га в год на экспериментальной ферме Скиллеби-Иттеренеби в Ярне, Швеция. Эта ферма представляет ЕРА-фермы, изученные в проекте БЕРАС в период 2003–2006 годов. Анализ потоков питательных веществ был проведен для каждой фермы, участвующей в проекте, с целью следить за ними и взять под контроль.

Источник: Гранстедт, Сеури, Томсон, 2004.

Артур Гранстедт

**Фермерство завтрашнего дня
для региона Балтийского моря**

Перевод с английского *Н. Жирмунская*
Корректор *О. Князева*
Технический редактор *Д. Южный*
Верстка *А. Философова*

Подписано в печать 14.10.2013
Формат 84x108/16. Объем 8,5 печ. л.
Тираж 1000 экз. Заказ

Издательство «Деметра»
190068, Санкт-Петербург, наб. реки Фонтанки, 121, оф. 20
www.demetra.spb.ru
info@demetra.spb.ru

Отпечатано в ПРАТ «ХКФ «Глобус»
61012, г. Харьков, ул. Энгельса, 11
Свидетельство ДК № 3985 от 22.02.2011
www.globus-book.com



Артур Гранстедт, доктор сельскохозяйственных наук, профессор университета в Сёдерторне, Швеция, координатор БЕРАС, проекта университета по Балтийскому морю, автор данной книги, пишет о том, как экологически ориентированное фермерство,

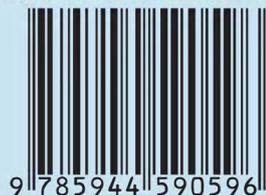
основанное на местной переработке отходов и возобновляемых источниках энергии, может уменьшить эвтрофикацию Балтийского моря и даже помочь снизить опасность глобального потепления. Массовый переход на методы органического земледелия сможет остановить распространение токсических веществ на окультуренных землях, благоприятно влиять на биоразнообразие и стимулировать социальное и экономическое развитие сельских областей в регионе Балтийского моря.

Книга начинается с описания экосистем, которые поддерживают здоровье биосферы – наземной и морской, климата и глобального производства продовольствия. Гранстедт приводит также исторический обзор сельскохозяйственной практики, отмечая различные пути, на которых активность людей изменяет естественную природу вещей и, если мы будем недостаточно мудры, может привести к истощению ресурсов, от которых зависит наша жизнь. Однако он также приводит примеры того, как мы можем остановить и даже повернуть к лучшему негативные тенденции, восстановить плодородие почвы, сделать снова цветущими истощенные земли и иметь возможность производить питательные продукты для всего мира.

В этой книге Артур Гранстедт использовал свой многолетний опыт работы в качестве органического фермера, консультанта и преподавателя экологического устойчивого земледелия. В книге приводятся результаты полевых испытаний и опытной проверки на фермах восьми стран в регионе Балтийского моря, которая была проведена в рамках проекта Балтийское Экологическое Безотходное Земледелие и Общество (БЕРАС).

Это — всесторонний проект, который осуществляется частично за счет фондов ЕС, находится сейчас в своей завершающей фазе, посвященной вопросу о том, как перевести сельское хозяйство региона на прибыльный и экологически устойчивый метод производства.

ISBN 978-5-94459-059-6



9 785944 590596