

Оглавление

Введение	7
Глава 1. Волшебные бобы	11
Глава 2. Бифштекс из единорога	81
Глава 3. Молочные реки	123
Глава 4. Вода живая, а не мертвая	151
Глава 5. Сладость или гадость?	219
Глава 6. Это присказка, не сказка	259
Заключение	291
Благодарности	293

*Моему мужу, разговоры
с которым в конце концов
превратились в этот текст*

Введение

На юге Армении, у излучины реки Арпы, недалеко от города Ехегнадзора возвышается изрезанная ветром известняковая скала. Здесь в комплексе древних пещер Арени археологи Борис Гаспарян и Рон Пинсахи нашли в 2007 г. самую древнюю из известных на сегодня виноделен: несколько бродильных бочек, винный пресс, кувшины для хранения вина, остатки виноградных ягод и множество черепков. Вроде бы пустяк; однако эти черепки — свидетели промышленного биотехнологического производства, организованного 6100 лет назад.

Биотехнология вошла в жизнь человека гораздо раньше, чем получила свое название и стала отдельной, широко признанной сферой исследований и разработок. Вероятно, она появилась одновременно с сельским хозяйством, то есть примерно 10 000 лет назад, когда дрожжи и бактерии стали помогать людям готовить еду: сыр, хлеб, чай и алкогольные напитки. Самую широкую славу завоевали, конечно, дрожжи — благодаря своей способности в процессе брожения преобразовывать глюкозу в этиловый спирт. Без них мы не знали бы ни пива, ни вина. Но организмы, которые делают наше меню таким, какое оно есть, дрожжами далеко не исчерпываются. Таких организмов очень и очень много, причем все время появляются новые.

Наука не стоит на месте. Прошли те времена, когда люди столетиями, из поколения в поколение передавали рецепты традиционных напитков и блюд, для приготовления которых требовалось вмешательство дикой микрофлоры. Сегодня ученые тщательно изучают свойства бактерий и микроскопических

грибов перед тем, как допустить их использование для производства продуктов питания, и ищут новые перспективные штаммы. Кроме того, исследователи научились модифицировать бактериальные и грибные клетки, заставляя их производить нужные нам молекулы. Это настоящие маленькие живые фабрики по получению разнообразных пищевых ферментов, питательных протеинов, подсластителей, ароматизаторов и кислот. Но и это еще не все. Теперь микробы не только улучшают вкус и придают продуктам полезные свойства, но и сами становятся едой: из микробной биомассы делают заменители молока и мяса, которые все труднее отличить от настоящих продуктов.

С приходом геномных технологий, благодаря которым человек научился расшифровывать генетический код и вносить в него изменения, в области наук о жизни произошел колоссальный скачок. За последние несколько десятков лет биотехнология изменила животноводство и растениеводство, а затем внедрилась во все сферы пищевой промышленности. Если уж традиционная селекция неплохо справлялась с созданием новых продуктов (чтобы в этом убедиться, достаточно взглянуть на разнообразие крестоцветных: брокколи, кольраби, цветная, брюссельская капуста и кале — все это потомки одного небольшого растения с желтыми соцветиями, капусты полевой), то о геномной инженерии и говорить нечего. Благодаря новым биотех-подходам рынок еды стал расти и видоизменяться небывалыми темпами. Так быстро, что за ним уже трудно уследить. Чтобы держать руку на пульсе и понимать, что мы едим и что появится на нашем столе завтра, а у наших детей — через 10 и 20 лет, недостаточно просто ходить в магазин и смотреть кулинарные ток-шоу.

Нам нужно прямо сейчас формировать у себя ответственную культуру потребления. В условиях экологического кризиса с его глобальным потеплением и проблемами загрязнения среды традиционные методы хозяйствования неизбежно и непрерывно трансформируются, а некоторые из них, скорее всего, будут

вообще ликвидированы. Когда-то человек научился добывать огонь и жарить мясо, стал одомашнивать скот и в конце концов превратил мясо из блюда королей в рядовой ужин. Курица давно перестала быть сезонным продуктом, который доступен только летом и осенью. Ощутив изобилие, мы в основном отказались от большинства субпродуктов — легких, мозга, кровяных колбас. Может быть, в будущем откажемся и от самого мяса, провозгласив гибель животноводческой отрасли как одной из наиболее деструктивных для природы, жестоких и травматичных. Возделываемые растительные культуры и способы их выращивания тоже будут изменяться. Некоторые овощи и фрукты почти наверняка исчезнут, зато другие получают более широкое распространение. Если население Земли продолжит расти, мы, вероятно всего, перейдем на альтернативные источники белка: микробный протеин и биомассу насекомых. Рацион человека будет все больше контролироваться им самим, диеты — подбираться индивидуально с учетом особенностей генома, а правильное питание — восприниматься не как способ похудеть, а как основа долголетия и эффективный метод профилактики сахарного диабета, сердечно-сосудистых и других хронических болезней. При этом большинство ожидающих нас изменений — как позитивных, так и негативных — произойдет вне зависимости от того, хотим мы этого или нет. А чтобы повлиять на другие, нужно для начала составить мнение о них. И здесь, надеюсь, вам сможет помочь эта книга.

Глава 1

Волшебные бобы

*Посадил дед репку, и выросла репка
большая-пребольшая.*

«Репка», русская народная сказка

Рассказ о пищевой биотехнологии стоит начать с растений хотя бы потому, что, когда биологи научились изменять их ДНК, это произвело настоящий фурор. Только представьте: рукотворные сорта, которые не надо выводить годами и десятилетиями, устойчивые к насекомым-вредителям, болезням, засухе или холоду, переносящие обработки гербицидами или дающие в три раза больше плодов. Все это не что иное, как ГМО — генетически модифицированные организмы, в данном случае растительные.

Когда в 1994 г. в магазинах США впервые в истории появились созданные компанией Calgene ГМ-помидоры сорта Flavr Savr, люди в большинстве своем еще не задумывались об экологических и других рисках, сопутствующих распространению подобных растений. К тому же компания, стремясь заработать доверие публики и проверяющих органов, вела политику полной прозрачности, обнародовала все эксперименты и давала любую информацию о процессе производства своих овощей. Во многом поэтому они подстраховали себя от посягательств

со стороны противников ГМО, по крайней мере на первых порах. Покупатели сметали новые томаты с полком из любопытства, а еще — из-за их яркого вкуса и аромата. Сорт Flavr Savr выгодно отличался от остальных, так как в нем было заблокировано производство белка полигалактуроназы, размягчавшего плод. Благодаря этому его плоды значительно дольше хранились, не теряя товарного вида, и их можно было собирать зрелыми, а не зелеными, оттого и вкус был что надо.

Но радость успеха селекционеров новой волны оказалась недолгой. Ажиотаж, созданный в СМИ, со временем все же повлек за собой и усиление общественной критики любых генетических манипуляций над растениями, предназначенными в пищу. В последующие несколько лет многие деятели выступили с заявлениями, что генетически измененные продукты могут быть небезопасны, даже если в их составе нет никаких новых веществ. Продукцию, изготовленную из ГМ-растений, стали в обязательном порядке маркировать, и ее продажи упали. Несчастный Flavr Savr в 1997 г. исчез с прилавков, отчасти из-за спада интереса, отчасти — из-за высокой цены и неудачных коммерческих решений производителя. А сама Calgene разорилась и впоследствии была куплена биотех-гигантом Monsanto (которого в свою очередь не так давно поглотил немецкий концерн Bayer).

Весы общественного мнения склонились на противоположную сторону. Такое положение сохраняется и поныне, несмотря на то что сегодня генетически модифицированная соя составляет более 80% всей сои, которая выращивается в мире, законы в отношении ГМО становятся все лояльнее, а сами геномные технологии не раз и не два доказали свою полезность. Взять хотя бы случай, когда модификация генома спасла целую индустрию по выращиванию папайи на Гавайях. В период с 1993 по 2006 г. урожайность этой культуры упала там почти вдвое из-за вируса кольцевой пятнистости, переносимого тлей. Когда кризис только надвигался, власти США приняли решение

профинансировать создание генетически измененной папайи, которая стала бы невосприимчива к патогену. Уже в 1992 г. новый сорт был готов. Полевые испытания, регистрация и разрешительные процедуры заняли еще шесть лет, после чего папайя Rainbow наконец вышла на рынок. Она начала продаваться в США, в Канаде, а потом и в Японии, где ее импорт одобрили только к 2011 г. В конечном счете ГМ-папайя на Гавайях стала новой надеждой для фермеров и выращивается там по сей день, как и классические сорта¹.

И все же многие люди явно предпочитают продукт, на упаковке которого стоит пометка «Не содержит ГМО». Дебаты по поводу безопасности генетически измененных растений не утихают, и многие страны все еще запрещают распространение ГМ-культур. Россия, кстати, в их числе. В нашу страну можно ввозить проверенные и одобренные ГМ-продукты, но запрещено выращивать модифицированные растения за пределами научных лабораторий и небольших опытных полей, на которые эти растения допускаются исключительно в научных целях. Таким образом, ГМО, если говорить о еде, у нас в опале. Хотя это не значит, что растениеводство в России обойдено вниманием биологов. Искусственно ограниченная законодательством генная инженерия — далеко не единственный инструмент современной селекции растений. Геномные технологии внедряются и там, где в ДНК не нужно вносить никаких изменений. Но обо всем по порядку.

¹ Tripathi S., Suzuki J., Gonsalves D. Development of genetically engineered resistant papaya for papaya ringspot virus in a timely manner: a comprehensive and successful approach. *Methods Mol Biol.* 2007; 354: 197–240. DOI: 10.1385/1-59259-966-4:197.

Новая селекция

Современное растениеводство не сразу стало наукоемкой отраслью, в которой пашни простираются докуда хватает взгляда, над полями летают дроны, а орехи миндаля собирают с земли огромные пылесосы. Путь, пройденный предшественниками современных фермеров, поистине огромен. И теперешним положением дел мы обязаны в первую очередь возможности одомашнивать дикие растения.

Началось это путешествие примерно 10 000 лет назад, когда человек устал ходить в лес за грибами и ягодами и изобрел сельское хозяйство. Сперва он сажал и просто ждал урожая (иногда напрасно, ведь растения — создания привередливые), а потом взял дело в свои руки: выбрал самые здоровые и сильные побеги и стал планомерно их выращивать, постепенно приспособливая к своим потребностям.

Так природные поля и долины превратились в орошаемые и удобряемые плантации, где люди по сей день ведут жестокий бой с эволюцией — ведь в сельском хозяйстве нет места закону естественного отбора. Человек провозгласил свой закон: выживает то растение, которое отвечает его запросам. Ярким примером расхождения целей естественного отбора и селекции служит кукуруза. У ее предка теосинте зерна были покрыты толстой оболочкой, початка практически не было, а зерна при созревании сразу падали на землю, чтобы потом прорасти, то есть дать потомство² (рис. 1). Природа ратовала за размножение, и кукуруза не знала горя. Человек же, выращивая такую кукурузу, неизбежно терял бóльшую часть урожая. И что же мы видим теперь? Ядра современной кукурузы практически

² Ramos-Madrigo J., Smith B. D., Moreno-Mayar J. V., Gopalakrishnan S., Ross-Ibarra J., Gilbert M. T. P., Wales N. Genome Sequence of a 5,310-Year-Old Maize Cob Provides Insights into the Early Stages of Maize Domestication. *Curr Biol.* 2016; 26(23): 3195–3201. DOI: 10.1016/j.cub.2016.09.036.

не защищены, а на момент зрелости прочно прикреплены к початку, потому что это было выгодно человеку, а кукурузу никто не спрашивал. Похожим образом дело обстоит и с другими зерновыми культурами: рисом, ячменем, пшеницей³.



Рис. 1. Процесс одомашнивания кукурузы происходил очень долго, и постепенно она меняла свой внешний вид. На фото — кукурузный початок, тысячу лет пролежавший в древнем амбаре племени пуэбло. Каньон Мул на горе Сидар-Меса в районе Шаш-Джаа национального памятника «Бears Ears» (Bears Ears) на юго-востоке штата Юта

Человеческое упорство в выращивании растений столетие за столетием неуклонно приносило результаты. Вместе с путешественниками и торговыми караванами одомашненные культуры распространились по всему миру. Овощной салат, если подумать, представляет собой маленькое чудо. Его никогда бы не было, если бы очень давно люди в разных концах света

³ Волчок А., Нью В. От ГМО к растениям будущего // Биомолекула. <https://biomolecula.ru/articles/ot-gmo-k-rasteniiam-budushchego#source-12>.

не окультурили каждый свое растение. Помидоры пришли к нам из Южной Америки, огурцы — из Индии, шпинат — с Ближнего Востока, капуста и оливки для масла — из Средиземноморья, лук и чеснок — из Центральной Азии⁴. Мы каждый день пьем чай, когда-то найденный в Китае, а по утрам — кофе из Эфиопии, воспринимая это как должное. Но не будь сельского хозяйства, мы не смогли бы раздобыть на завтрак ни арахисовой пасты, ни рисовых хлопьев.

Со временем выращивание растений интенсифицировалось. Население Земли росло, люди богатели, у них менялись запросы. На смену фермерству пришло промышленное растениеводство. Эффективность сельского хозяйства резко выросла вместе с открытием химических средств защиты растений — пестицидов, в странах третьего мира грянула «зеленая революция», и к концу XX в. на смену маленьким хозяйствам пришли агрохолдинги. И все это время растения продолжали меняться в угоду людям. Они становились более урожайными, более устойчивыми к вредителям и болезням, к засухам и к холоду. Когда одни проблемы решались, появлялись новые. Пришло понимание, что от пестицидов, отравляющих все живое, необходимо отказываться, а глобальное потепление снова изменило правила игры. Сортам, созданным для вчерашнего климата, через 10–20 лет придется искать замену, да и растительные патогены быстро приспосабливаются к ситуации, начиная заражать устойчивые культуры, как раньше.

История селекции, таким образом, пишется без остановки. Мы же в рамках этой книги остановимся подробнее на том, какое место в сельском хозяйстве, и в растениеводстве в частности, занимает генетика — область биологии, сосредоточенная на изучении генов и механизмов передачи наследственной

⁴ Волцит П. География: физика, биология, экономика. — М.: Пешком в историю, 2024.

информации. А наука эта довольно новая, копаться в ДНК люди научились не так давно.

Началось все во второй половине XIX в., в день, когда австрийский монах-августинец Грегор Мендель открыл законы наследования:

1. *Закон единообразия гибридов первого поколения*: скрещивание организмов, различающихся по вариантам одного гена, даст одинаковых потомков.
2. *Закон расщепления генов*: при многократном скрещивании у внуков вновь проявятся признаки, присущие бабушкам и дедушкам.
3. *Закон независимого наследования*: гены, связанные с разными признаками, наследуются независимо друг от друга.

Так появились понятия гибридизации и отбора. При жизни труд Менделя должным образом не ценили, но сегодня его опыты с горохом дети изучают в школе. И правильно делают — вещь полезная. Без Менделя и его экспериментов наш стол мог бы сильно потерять в разнообразии. Например, почти все цитрусовые, которые мы так любим, — это гибриды, получившиеся при скрещивании диких цитронов, помело, кумкватов, микранта и мандаринов. Иными словами, если бы люди не начали когда-то одомашнивать кислые и мелкие цитрусы из Индии, Мьянмы и Китая, то апельсинов, грейпфрутов и лимонов с лаймами попросту не было бы⁵.

⁵ Wu G. A., Terol J., Ibanez V., López-García A., Pérez-Román E., Borredá C., Domingo C., Tadeo F.R., Carbonell-Caballero J., Alonso R., Curk F., Du D., Ollitrault P., Roose M. L., Dopazo J., Gmitter F.G., Rokhsar D.S., Talon M. Genomics of the origin and evolution of Citrus. *Nature*. 2018; 554(7692): 311–316. DOI: 10.1038/nature25447.

Гибридизацией можно получать также растения с бескосточковыми плодами. Здесь все дело в копиях хромосом, в которых хранится генетическая информация. У человека, как известно, 46 хромосом, образующих 23 пары. При размножении ребенок всегда берет половину хромосомного набора от мамы, а другую — от папы ($23 + 23 = 46$). Растения устроены примерно так же, но количество хромосомных наборов у них может быть больше. Так происходит, если родительское растение передает все свои хромосомы потомству, «забывая» их разделить. Это явление называется *полиплоидией*. Если же в результате гибридизации у растения нарушается парность хромосом, это влияет на их способность размножаться. Они все еще могут давать плоды, но семена в них будут стерильные и очень-очень маленькие. Арбузы без косточек, например, имеют три хромосомных набора. Их получают, скрещивая родителей с двумя и четырьмя наборами соответственно. Бананы и ананасы — тоже полиплоиды, поэтому их так удобно есть. Чтобы найти в ананасе семя, нужно постараться.

В России одним из самых известных сподвижников гибридизации был Иван Владимирович Мичурин. Первые опыты с плодовыми деревьями он начал проводить в 1875 г. у себя на даче. Конечно, народные селекционеры, экспериментировавшие со скрещиванием, были и за 100 лет до него, но именно в конце XIX в. селекция как «сортводство» стала оформляться в полноценную дисциплину, уважаемую среди прогрессивных аграриев⁶.

Второе событие, приблизившее нас к эре генома, — открытие в 1953 г. структуры дезоксирибонуклеиновой кислоты (попростому — ДНК) Джеймсом Уотсоном, Френсисом Криком и Розалинд Франклин. Когда оно было сделано, ученые наконец смогли взглянуть на святая святых живой клетки. Практически

⁶ Гончаров Н. П. История селекции растений в России // Вестник ВОГиС. 2005. № 3(9). С. 279–289.

Конец ознакомительного фрагмента.

Приобрести книгу можно

в интернет-магазине

«Электронный универс»

e-Univers.ru