

Выбор злаков

Кандидат
биологических наук
Н.Л.Резник

Около 10 тысячелетий назад люди начали осваивать земледелие. Из нескольких тысяч съедобных растений они отобрали для этой цели лишь некоторые, способные, по их мнению, обеспечить человека пищей наилучшим образом, и этот выбор оказался таким удачным, что определяет облик земледелия по сей день. Оно в основном злаковое.



Что толку в злаках?

Мы привыкли считать древних людей дикарями, которые осваивали природу методом «тыка»: тянули в рот, что поближе растет и вкусно пахнет. С этой точки зрения злаки — довольно странный выбор. Они не селятся вблизи человеческого жилья, к тому же зерно, в особенности дикое, — не такая вещь, которая просится в рот. Оно очень мелкое и упаковано в плотные чешуйки и нередко снабжено остью — шершавым волоском, который больно царапает язык. Зерно надо было сначала собрать (а колоски у диких злаков ломкие и при созревании разваливаются), а потом обмолотить, очистить от мякины, смолоть. Тысячелетиями это делали вручную. Даже «Одиссея» Гомера сохранила для нас горькую жалобу рабыни, молотившей муку для бесконечного пиршества женихов Пенелопы:

*Жернов оставив, она вдруг промолвила вешнее слово:
«...Пусть пленительный пир в чертогах царя Одиссея
Нынче для всех женихов окажется самым последним!
Те, кто трудом изнурительным мне сокрушили колени
В этой работе, пускай никогда уже впредь не пируют!»*

Однако же древние люди за многие тысячелетия соби-
рательства накопили изрядные практические знания о
съедобных растениях и вполне оценили все достоинства
злаков. Это универсальные источники пищи, зерно их
богато крахмалом, хорошо хранится и позволяет создать

запас на случай неурожая. Изнурительные сбор и обмо-
лот колосьев все же занимают меньше времени, чем
выкапывание корней. В результате злаки, тогда еще
дикие, стали специально возделывать, в то время как
многие привлекательные растения остались за бортом
сельскохозяйственного процесса. Дуб, например, так и
стоит неодомащенный, и никто не подумал сделать
сладкими его горькие желуди, хотя по питательности они
не уступают злакам, а набрать их можно от 300 до 800 кг
с гектара.

Начало

Хозяйственных архивов того времени в нашем рас-
поряжении нет, но приблизительную хронологию ос-
воения злаков составить все-таки можно. Некоторые
сведения дает археология. При раскопках ученые на-
ходят земледельческие орудия, например жатвенные
ножи и кремниевые вкладыши для них, которыми вов-
сю пользовались уже в VII тысячелетии до нашей эры.
Находят ученые также и семена, колоски и другие
части растений, по которым можно судить, что имен-
но и когда сажали жители древних поселений. Био-
логи, используя современные молекулярно-генети-
ческие методы, сравнивают определенные последо-
вательности ДНК сельскохозяйственных растений и
их диких сородичей или предков, если таковые со-
хранились, и таким образом узнают, когда примерно
начали «окультуриваться» известные нам злаки.



ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ НАУКИ



Плодородный полумесяц — территория на Ближнем Востоке, где были введены в культуру многие злаки, вскормившие человечество. В древних поселениях, обозначенных кружочками, при раскопках были найдены только дикие злаки, квадратиками — и дикие, и доместцированные, ромбиками — только культурные злаки

Безостые сорта пшеницы отличает от остистых отсутствие «усов» на колосках

Список открывают, судя по всему, ячмень и пшеница. Этим культурам 8–10 тысяч лет. По мнению некоторых специалистов, первым злаком, который древние люди начали специально сажать, была именно пшеница, потому что она редко встречалась и невозможно было регулярно пополнять ее запасы. У ячменя другие преимущества — это скороспелый злак, притом очень питательный. А может быть, древний сеятель поначалу не разбирает зерна по видовой принадлежности, а сажал все скопом.

Более 7 тысяч лет рису, около 5 тысяч — просу, а основной американский злак, кукурузу, начали возделывать примерно за 5200 лет до новой эры. Рожь и овес, видимо, начинали как сорняки на пшеничных и ячменных полях. В суровые годы или в неподходящих условиях, например когда пшеницу продвигали слишком далеко на север, посеы погибали, а более выносливые сорняки продолжали расти. Земледельцы волей-неволей собирали то, что осталось, а затем начали сажать рожь и овес уже специально. Так что культурная рожь много моложе ячменя и пшеницы, а овес вообще начали возделывать на «исторической памяти» человечества: первые упоминания о нем встречаются в записях греческого врача Диейхиса, жившего в IV веке до нашей эры. В Древнем Египте, Иудее, в Древних Индии и Китае овса тогда еще не знали. Так мы подошли к вопросу о родине культурных злаков.

Злаки спускаются с гор

Мы знаем, что родина кукурузы — Мексика, рис начали возделывать где-то в Юго-Восточной Азии, просо — в Китае, а большинство злаков Старого Света введены в культуру в обширном районе так называемого Плодородного полумесяца, который раскинулся от Малой Азии до Ирано-Иракского пограничья и от Палестины до Турецкого Закавказья. Но Плодородный полумесяц или Китай — гро-

мадные территории. Где-то на этих просторах тысячи лет назад впервые обработали землю и посеяли дикие злаки, которые со временем превратились в культурные. Но где именно? Увы, установить точные границы центров происхождения культурных злаков, равно как и подсчитать их количество, довольно сложно. Очевидно, возделывать злаки начали в тех местах, где они традиционно произрастали и где были условия для земледелия. По мнению Н.И.Вавилова, центры происхождения культурных растений совпадают с районами наибольшего разнообразия их диких сородичей. Впоследствии оказалось, что это утверждение справедливо только для мягкой пшеницы и ржи, но не для других злаков. Сейчас существуют три основные гипотезы. Моноцентрическая гипотеза предполагает, что каждый из культурных злаков возник в одном районе, откуда технология его возделывания распространялась по всему свету. Такой точки зрения придерживались еще древние греки. По их мнению, центром пшеничного земледелия был город Элевсин. Богиня плодородия Деметра дала местному царевичу Триптолему семена пшеницы и научила возделывать хлеботордные нивы. Триптолем сначала сам опробовал методику: трижды вспахал поле и собрал первый урожай, а затем по велению богини отправился на ее колеснице по разным странам, обучая людей земледелию. Царь скифов Линх захотел отобрать у Триптолема прогрессорскую славу, для чего попытался убить царевича, но Деметра вовремя превратила коварного скифа в рысь. Однако же споры о земледельческих центрах с тех пор не утихают, и многие специалисты придерживаются мнения, что таких центров было несколько. И есть, наконец, диффузная гипотеза, согласно которой культурные формы растений возникли независимо в очень многих местах и у разных народов. К сожалению, ученые пока не могут собрать убедительные доказательства в пользу одной из гипотез.

Скорее всего, центров происхождения культурных злаков все-таки было несколько, и располагались они в горных районах и предгорьях. Именно там Н.И.Вавилов об-

наружил наибольшее разнообразие сортов и форм культурных растений. Кроме того, учиться земледелию в горах, как ни странно, проще, чем на равнинах. Берега небольших речек и ручьев, текущих в предгорьях, значительно легче осваивать, чем пойменные равнины больших рек. Полноводные реки регулярно разливаются, и паводки приходится регулировать, что требует изрядных сооружений и затрат труда. Запрудить же ручей или сделать небольшой отводок для полива маленького поля может даже один человек. Только основательно освоив технологию возделывания злаков в «малых формах», человек смог перенести ее на равнины.

Самые древние из известных нам сейчас земледельческих цивилизаций Востока возникли более 7 тысяч лет назад в междуречье Тигра и Евфрата и в долине Нила. На их полях колосились уже одомашненные злаки, причем явно не местного происхождения. В дельте Нила росли только прибрежные растения (папирус, земляной миндаль и полевички), а в Месопотамии разнообразие было и того меньше.

Злаки дикие и домашние

Растение становится культурным не тогда, когда его начинают специально сажать на грядке, а когда у него возникает так называемый доместикационный синдром, то есть чрезмерное увеличение некоторых признаков, полезных человеку. Именно по этим признакам мы легко отличаем культурные злаки от их диких сородичей и друг от друга. Древние земледельцы начали возделывать многолетние дикие злаки, мелкозерные, с плотными чешуйками и ломкими колосьями. Одомашненные злаки крупнозерные, однолетние, колос у них не ломается, зерно не осыпается, а у пшеницы и ячменя есть голозерные формы (зерно при обмолоте высыпается из колоса уже без чешуек). Главное отличие кукурузы от ее дикого предка теосинте — короткие побеги с початком на конце. У теосинте побеги длинные и без початков.

Доместикационный синдром, безусловно, плод человеческих усилий. Процесс одомашнивания часто называют бессознательным отбором, но с таким названием трудно согласиться. Конечно, древние земледельцы действовали не так, как современные селекционеры, вооруженные теорией. Сейчас ученый сначала ставит задачу (например, получить низкорослую рожь, чтобы вся сила уходила не в солому, а в колос), потом выясняет, какие



Рожь, кормилица России, когда-то была всего лишь сорняком в посевах пшеницы



А так выглядят рисовые колосья и неочищенный рис



гены отвечают за нужный признак, какие линии в коллекции злаков можно использовать для решения задачи (а генетическая коллекция семян в приличных селекционных центрах обязательно есть), продумывает систему скрещиваний и осуществляет ее. Тысячелетия назад земледelec мог сколько угодно мечтать о зернах размером с желудь, но ему и в голову не приходило, что подобное растение можно получить. Однако же люди примечали, что может предложить им природа, и отбирали нужное. При этом надо было оценить, какие признаки полезны, и не съесть все самое лучшее, а оставить на следующую посевную. Вряд ли такие действия можно назвать бессознательными.

Насколько важными оказались отобранные признаки? С крупными зернами и голозерностью все ясно. Кукуруза без початков никому не нужна. Почему невыгодны многолетние злаки? Потому, что они колосятся не каждый год. В умеренном поясе многие культурные и дикие травы имеют яровые и озимые формы. Яровые растения проходят весь цикл развития в течение одного лета, а озимые, прежде чем дать урожай, обязательно должны перезимовать. Поле под яровой культурой занято всего год, а под озимой — два, поэтому, если возделывать только яровые культуры, то урожай будет больше. Большинство культурных злаков — однолетние растения, хотя озимые сорта пшеницы, ржи и ячменя есть и сейчас.

Еще один признак — неломкий колос. В некоторых случаях без него можно обойтись. Так, еще в 60-е годы прошлого века в Иране в неурожайные годы собирали дикий ячмень с ломким колосом. Его жали незрелым, а затем оставляли в копнах до полного созревания. Однако это не очень удобно, и отбор на неломкий колос шел уже на начальных этапах земледелия. У риса колос не ломается, зато осыпается зерна. Когда древним земледельцам удалось получить неосыпающийся рис, это стало, по мнению ученых, ключевым событием к его одомашниванию. Культурный рис растет в воде



Фото: А.Константинов



Откуда что берется

Как возникли domesticiрованные формы? На этот вопрос генетики смогли ответить совсем недавно, когда определили гены, отвечающие за хозяйственно-важные признаки культурных злаков, и сравнили их с «дикими» вариантами. И оказалось, что древние земледельцы, начав возделывать злаки, действительно сделали очень удачный выбор. Чтобы у злака возник нужный признак, достаточно единственной мутации. Например, у пшеницы один и тот же ген отвечает и за ломкость колоса, и за плечатость. Одна замена в его кодирующей части приводит к формированию неломкого колоса. Единственный ген отвечает за неосыпаемость риса, образование короткого пазушного побега у кукурузы, голозерность у пшеницы и ячменя.

Однако некоторые признаки, такие, как размер зерновки у риса или яровость — озимость у пшеницы, зависят от нескольких генов. Дождаться, пока появится растение с набором мутаций в каждом из этих генов, практически нереально. Но, как оказалось, этого и не требуется. Чтобы изменить признак, контролируемый несколькими генами, тоже бывает достаточно одной мутации, но она должна возникнуть в регуляторном гене, например в гене, который регулирует транскрипцию. Регуляторные гены обладают множественным (плейотропным) действием, то есть влияют сразу на множество признаков, и действуют как переключатель между разными программами развития. Изменения лишь нескольких таких генов в огромном растительном геноме приводят к значительным внешним отличиям одомашненных форм. Так что у первых селекционеров была великолепная возможность отобрать нужные мутации, и они этой возможности не упустили. Селекция злаков — одно из самых ранних интеллектуальных достижений человечества. В результате многовековых усилий древние земледельцы изменили облик злаков сильнее, чем вся последующая научная селекция и генная инженерия. А мы сейчас пользуемся плодами их трудов, и у нас нет оснований считать древних людей дикими только потому, что они знали меньше нас.



Главное отличие кукурузы (а) от ее дикого предка теосинте (б) — очень короткие пазушные побеги с початком на конце
(рисунок для статьи Н.П.Гончарова с соавт. выполнил С.И.Байборodin из ИЦиГ СО РАН)

до самого сбора урожая, а что в воду упало, то пропало. Вода же защищает рисовые посевы от перегрева и от сорняков, большинство которых не способны постоянно жить в воде.

На закрепление важнейших хозяйственных признаков потребовалось очень много времени. У современных селекционеров на создание нового сорта злаков уходит около 15 лет. О том, с какой скоростью шел отбор в древности, можно судить по результатам раскопок двух поселков близ Дамаска. Ученые обнаружили там остатки ячменя. 9300—8500 лет назад культурному ячменю принадлежали меньше трети ячменных колосьев, а в более поздний период, 8500—7500 лет назад, их доля возросла до 60%. На то, чтобы ячменный колос перестал рассыпаться, древним селекционерам потребовалось около 1000 лет. Еще медленнее шел отбор злаков с крупными зернами: размер ячменных и пшеничных зерен оставался постоянным в течение трех тысячелетий.

Статья написана по материалам обзора «Доместикация злаков Старого Света: поиск новых подходов для решения старой проблемы» из «Журнала общей биологии» (2007, т.68, № 2). Авторы: Н.П.Гончаров, С.А.Глушков, В.К.Шумный, Институт цитологии и генетики СО РАН, e-mail: gonch@bionet.nsc.ru