

И. А. ПЕТРОВ

МЕТОД ИНЪЕКЦИЙ, ЕГО СОДЕРЖАНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ В РЕКОНСТРУКЦИИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Зерно является основой народного питания, сырьем для пищевой промышленности, важнейшим кормом для животноводства. Партия и правительство уделяют особое внимание зерновому хозяйству как главной отрасли сельскохозяйственного производства.

Главным средством увеличения производства зерна в стране, наряду с использованием целинных и залежных земель, является всемерное повышение урожайности. В решении этой задачи большое значение имеют сорта.

Биологическая наука, в частности генетика, призвана решать вопросы управления изменчивостью и наследственностью, выяснять, что лежит в основе продуктивности сортов, какие движущие силы определяют ее и в какой мере мы можем пользоваться этими движущими силами.

В настоящей статье кратко излагается содержание нового метода изменения природы зерновых культур, приводятся результаты его применения и даются обобщающие выводы.

Из практики селекционной работы известно, что выведение новых сортов зерновых культур путем скрещивания далеко отстоящих друг от друга особей разных видов и родов очень трудно. Не скрещиваются пшеница с овсом, овес с рожью, ячмень с овсом и т. д. Между тем это далекое родство особей, видов и родов привлекает внимание генетиков и селекционеров своими заманчивыми перспективами.

И. В. Мичурин (3) писал, что только межвидовые гибриды имеют самое большое свойство приспособления к условиям новой внешней среды. Он подтверждал это межвидовыми сортами, которые заслуживают самого широкого признания. Пшенично-пырейные гибриды академика Н. В. Цицина — представители далекого родства. Они убедительно свидетельствуют о перспективности новых форм, полученных от объединения природы особей разных видов и т. д.

В поисках новых путей преодоления видовой и родовой разобщенности особей огромное значение приобретает глубокая мысль Дарвина о том, что элементы, которые идут на образование нового существа, образуются не только в мужских и женских половых органах. Эти элементы находятся также в клеточной ткани в таком состоянии, что могут соединяться без содействия половых органов и дать начало новому организму, обладающему признаками обеих родительских форм (2).

И. В. Мичурин, отвечая ученым, сомневающимся в получении вегетативных гибридов, указывал, что изменения при вегетативной гибридизации так же закономерны, как и при половой, и получение таким путем гибридов между разновидностями, видами и даже родами растений более возможно, чем при половой гибридизации (4).

При рассмотрении вопроса «об элементах» очень важно иметь правильное представление об открытии академиком С. Г. Навашиним в 1898 г. процесса двойного оплодотворения у покрытосеменных растений. Это открытие устанавливает, что и зародыш и эндосперм находятся в органическом единстве, образуются в порядке оплодотворения, обладают наследственными свойствами и предназначены для выполнения одноименных функций.

В. Г. Александров и О. Г. Александрова в своих исследованиях отмечают, что при формировании зерновки эндосперм на первых стадиях опережает зародыш в развитии. После того, как эндосперм разовьется, зародыш начинает строить свои органы, для чего использует вещества эндосперма (1). Можно предположить, что если до начала развития зародыша изменить состав молодого эндосперма за счет ввода чужеродного эндосперма и заставить зародыш формироваться после этого, то из инъектированного зерна может получиться растение с измененными качествами. Если ее инъекции будут проведены во время формирования зародыша, изменения проявятся через цикл или позднее.

Однако до сих пор нет полной ясности об условиях получения от далекого родства вегетативных гибридов зерновых культур. Неизвестно, какие элементы могут быть наиболее активными для изменения природы, а также имеют ли вегетативные гибриды какие-либо преимущества по сравнению с половыми.

Накопленные знания и практика по отдаленной гибридизации позволили Институту биологии Карельского филиала АН СССР начать широкие исследования по изменению природы зерновых культур вегетативным путем, для чего в качестве воздействующего средства использовались, в первую очередь, эндоспермы. Исследования ведутся в течение 12 лет в полевых условиях экспериментальной базы Института в 3 км от г. Петрозаводска.

Для решения первой задачи по испытанию действия эндосперма как объекта изменения надо было найти конкретные способы подобного испытания. В работе были опробованы широко известные способы трансплантации зародышей на чужой эндосперм, но они оказались мало эффективными. Лучшие результаты давал способ, когда в активное взаимодействие включались зародыши обоих сближаемых с одинаковым запасом эндосперма и это сближение проводилось на свежесобранном зерне в начальной восковой спелости. Применялся способ воспитания одного растения на корнях другого, например, пшеницы на корнях овса, но он весьма сложен и мало удачен. Долго испытывался способ введения тонких пластинок эндосперма одного сорта зерновых в эндосперм другого сорта или вида. Это лучше всего проводить на свежесобранном зерне в фазе молочной или восковой спелости.

Изучение многих способов сближения привело к мысли ввести эндосперм одной особи в эндосперм другой на корню, в процессе роста и развития, в период молочной спелости зерна, когда происходит особо важный этап — формирование эндосперма и затем зародыша зерновки. Такой способ коренным образом отличается от других уже по тому, что осуществляется в процессе развития. По этому способу проводится не

сближение, а ввод, впрыскивание состава эндосперма одной зерновки в эндосперм другой. Например, в зерновку, находящуюся в колосе пшеницы, впрыскивается эндосперм овса. Это проводится путем выдавливания пальцами значительного количества эндосперма зерна овса в зерновку пшеницы.

Как показали результаты опытов, такой способ весьма эффективен. Дальнейшие работы по изменению природы зерновых культур при помощи вегетативной системы в значительной мере опирались на этот способ, на его усовершенствование.

Впрыскивание эндосперма описанным выше путем — операция довольно громоздкая, поэтому важно найти другие способы, которые бы позволили проводить ее быстро и совершенно. С этой целью были использованы различные шприцы, главным образом, медицинские, но они оказались мало пригодными, так как наносили зерновке сильную травму. Затруднялась также очистка их для последующих операций. Однако шприцы являются все же лучшим инструментом, хотя конструкцию их необходимо совершенствовать, чтобы наносить незначительную травму и вводить дозированные количества эндосперма.

Широко испытана для введения эндоспермов стеклянная или металлическая игла с тонким сверлообразным жалом, дающая очень малую травму.

Введение эндосперма при помощи иглы можно показать на следующем примере. Возьмем в качестве материнского растения яровую пшеницу Диамант. Она должна быть на корню и иметь молочную спелость зерна. Отцовское растение — овес надо понимать условно, так как от него берется ничтожная капелька эндосперма величиной с булавочную головку, но также в период молочной спелости. Для удобства метелка овса снимается с корня. Игла погружается в эндосперм овса. При извлечении иглы в сверлах и на поверхности ее остается эндосперм в виде молочного сока. После этого игла немедленно вводится в эндосперм зерновки пшеницы. В результате эндосперм овса, находящийся на игле, попадает в зерно пшеницы, которая продолжает расти.

В последние годы для введения эндосперма применялся шприц — капилляр, предложенный В. К. Блаватским. Его конструкция несложная. Это стеклянная трубочка диаметром в 1,5 мм. Внутрь входит стеклянный поршень. Капилляром можно вводить дозированные количества эндосперма. Операции могут проводиться на зерне в молочной или начальной восковой спелости. Они просты, но требуют некоторого навыка.

Искусственное введение эндосперма зерна особи одного сорта, вида или рода в эндосперм особи другого сорта, вида или рода, осуществляемое в процессе жизни растений, называется инъекцией.

При инъекции надо следить, чтобы эндосперм попал в зерновку материнского растения, что же касается его дозы, то этот вопрос нуждается в дальнейшем изучении. Представление о том, что чем больше доза введенного эндосперма, тем значительнее изменения, очевидно, имеет под собой почву, хотя в наших работах те и другие дозы не раз оказывали одинаковое действие.

Особенностью исследований по применению метода инъекций является как объединение природы сортов, входящих в один вид, так и представителей далеко разошедшихся видов, которые, как правило, трудно или совершенно не поддаются скрещиванию, а также множественность опытов и весьма ограниченный ассортимент исходных сортов.

В наших исследованиях исходным материалом были семь сортов пшеницы, относящихся к двум видам, два сорта овса, один сорт ржи и четыре сорта ячменя. Перечисленные сорта являются преимущественно местными, районированными. В настоящее время этот ассортимент немного расширен. Ограниченный состав исходных сортов с консервативной наследственностью служил гарантией, что изменения у них могут быть отнесены за счет инъекций. Для расшатывания консерватизма наследственности частично практиковалось выращивание растений из зародышей, без эндоспермов, в течение двух-трех лет.

На базе указанных исходных сортов к настоящему времени созданы сотни новых константных форм пшениц, ячменей, ржи, овса, всесторонний анализ которых позволяет сделать обобщающие выводы.

1. Для изменения природы особей в пределах одного вида, особей самостоятельных видов и особей видов разных родов достаточно осуществить два приема: а) расшатать консерватизм наследственности путем выращивания культуры из зародышей, без эндоспермов, в течение 2—3 лет; б) искусственно ввести в состав зерна одной культуры эндосперм другой.

2. В зависимости от систематической отдаленности родительских пар изменения при инъекциях протекают, в основном, в следующем порядке:

а) при объединении природы особей одного вида новые формы с исключительной четкостью выражают гибридный характер, очень часто с преобладающей ролью отцовского сорта;

б) при объединении природы особей разных видов и родов процесс формообразования протекает, как правило, в порядке параллельной изменчивости и характеризуется стройностью и быстротой периода становления; отражение некоторых признаков отцовского сорта также возможно, но организация новой формы, ее конституция определяются ареалом видовой принадлежности материнского сорта.

3. Как при близкой, так и далекой степени родства возможен сложный процесс формообразований и появление новых нерасщепляющихся константных форм.

4. Вопрос о параллельной изменчивости не нов; новым и важным является практическое овладение и управление этой изменчивостью.

5. В сложных внутривидовых формообразованиях отмечается определенная зависимость одних форм от других. Установлено, что наиболее продуктивными по комплексу признаков являются те формы потомства, которые в наибольшей мере отражают природу отцовского сорта; за ними последовательно идут формы, отражающие природу обоих исходных сортов, наследующие наибольшее число материнских признаков и, наконец, формы, которые в основе представляют тип развития материнского сорта. В межвидовых и межродовых формообразованиях также отмечается зависимость форм от места нахождения их в потомстве.

6. Растения в рядах, представляющие индивидуумы, подчиняются общим положениям соотносительной изменчивости. Одно изменение вызывает соответствующее ему другое изменение. Например, увеличение веса колоса, как правило, вызывает более прочное строение соломины, накопление повышенного количества органического вещества и т. д. Имеет ли каждое изменение свою собственную возбуждающую причину или подчиняется более общему закону, утверждать трудно.

Соотносительная изменчивость индивидуумов выражена в разной степени. Среди высокорослых растений иногда встречаются низкорос-

лые, среди пленчатых — голозерные, среди позднеспелых — скороспелые и т. д. В этом свете для отбора представляется широкое поле деятельности. Среди хороших индивидуумов почти всегда можно обнаружить лучшие. В этом, очевидно, заключается глубокий смысл целесообразного устройства и великое значение эволюции.

7. При методе инъекций изменения имеют определенный и многообразный характер, в основных чертах их можно предсказать. Детали изменения, в связи с варьирующими условиями жизни, нуждаются в дальнейшем всестороннем изучении.

8. По нашим представлениям, новые формы, полученные от далекого родства, в своей основе имеют природу, которая почти соответствует гибридной, т. к. вновь появившиеся признаки стойко воспроизводятся в потомстве, повышается продуктивность, проявляется гетерозис, стойкость против болезней, а в ряде случаев, даже при межродовых инъекциях, общность отдельных признаков.

9. Анализ большого материала позволяет сделать вывод: чем дальше отстоят в отношении систематического родства сближаемые особи, тем приспособленней к различным условиям жизни и продуктивней получается организм при последующем половом воспроизводстве. Например, по крупности зерна и озерненности, скороспелости, высоте соломы, стойкости к болезням, как правило, самыми ценными являются межродовые формы. За ними стоят межвидовые, межсортовые формы, исходные материнские сорта и сорта, привитые на себя.

Межродовые формы ячменей имеют вес зерна, примерно, на 30% выше исходного сорта и более высокую (примерно, на 20%) озерненность, что в итоге дает полуторное увеличение продуктивности.

По пшеницам вес зерна у межродовых форм увеличивается в среднем до 20% и озерненность на 30%, что также приводит к полуторному увеличению продуктивности. Но при этом нельзя снимать со счета такие признаки, как скороспелость, стойкость против полегания и болезней.

10. Инъекция чужеродного эндосперма коренным образом изменяет природу материнского организма. Проявление этих полезных для организма изменений реализуется в сфере полового оплодотворения с соблюдением принципа избирательности. При инъекциях главным является не акт оплодотворения, а новый комплекс условий жизни, в полной зависимости от которых протекает половой процесс.

11. При создании новых форм методом инъекций, особенно важное значение имеет мичуринское правило о роли условий жизни на начальном этапе формирования этих форм. Применяя условия воспитания к новым формам, можно достичь более высоких результатов, чем применяя их к растениям с консервативной наследственностью.

12. Метод инъекций позволяет в короткие сроки переделывать природу яровых пшениц в озимые с устойчивой наследственностью и высокой зимостойкостью. Это делает также более успешными работы по продвижению южных культур в северные зоны, где условия перезимовки суровы. Например, можно создать новые формы озимых пшениц, которые более зимостойки и продуктивны, чем существующие сорта.

При переделке яровых в озимые надо подбирать высокопродуктивный материнский сорт, но слабый в генетическом отношении. Отцовский сорт, наоборот, подбирается наиболее сильный, высокопродуктивный, с консервативной наследственностью и высокой зимостойкостью. В таком случае материнская природа легче подавляется природой отцов-

ского сорта. Вновь полученная форма будет обладать как зимостойкостью отцовского сорта, так и гетерозисной.

13. Метод инъекций позволяет в короткие сроки переделывать озимые пшеницы в яровые с устойчивой яровой наследственностью. Практическая целесообразность переделки озимых пшениц в яровые доказывается тем, что новые формы яровых пшениц по своей продуктивности и стойкости против болезней превосходят, как правило, исходные родительские сорта и имеют резерв дальнейшего качественного подъема за счет нарастающего действия гетерозиса.

14. Переделка природы яровых пшениц в озимые и озимых в яровые является одним из доказательств возможного регулирования наследственного потенциала в области зерновых культур. С другой стороны, эти примеры свидетельствуют о доминировании отцовской природы по решающим признакам, которые определяют развитие. Иначе было бы нельзя объяснить и факты такой переделки.

15. Зерновые культуры, выведенные методом инъекций, обладают свойством гетерозиса. Если у гибридов, выведенных путем скрещивания, гетерозис проявляется в первом поколении, затем быстро затухает, то у форм, полученных путем инъекций, он проявляется не столь резко, но систематически нарастает в следующие годы. Это принципиальное отличие весьма важно, независимо от того, что подлинная природа такого явления остается неразгаданной.

16. Применяя при инъекциях эндоспермы соответствующих цветных культур, удается придавать цветную окраску колосу, соломе или зерну, что, очевидно, является общебиологическим положением в отношении травянистых растений. Из этого селекционеры могут извлечь некоторую пользу. Когда по тем или иным соображениям требуется цветная продукция, то растениям можно придавать цвет как наследственный признак. Например, путем инъекции тех или иных цветных представителей семейства мальвовых или других можно придавать хлопчатнику соответственно лиловые, темные, коричневые или розовые цвета.

17. Многолетние наблюдения позволили установить высокую стойкость новых форм зерновых культур против болезней и особенно против головневых. Эта стойкость предположительно связывается с изменением органического обмена веществ, со смещением установившихся фаз в растении, несовпадением их с фазами развития болезнетворных организмов, а также повышенной жизнеспособностью новых форм.

18. При инъекциях представителей, входящих в состав одного вида, установлена главенствующая роль отцовского сорта. При этом в ряде случаев не исключается доминирующая роль матери. Нередко от слияния двух наследственных оснований вновь полученная форма несет в себе новые признаки. Доминировать могут как безостость, так и остистость, желтый и черный цвета, двурядность и многорядность, яровость и озимость.

19. При межвидовых и межродовых инъекциях доминировать может как материнский сорт, так и другая сторона, находящаяся в рецессиве материнского сорта. При этом материнский сорт как представитель самостоятельного вида удерживает свою видовую специфику и в другой вид не переходит. При таких инъекциях отмечаются частые случаи новообразований.

20. Формы зерновых культур, создаваемые методом инъекций, обладают высокой экологической приспособленностью к той местности, где они выведены. Это имеет большое значение при формировании в расте-

ниях отдельных свойств (морозостойкости или засухоустойчивости) в тех зонах, где их желательно иметь.

Таким образом, искусственное включение эндоспермов (как объектов изменения) в жизненный цикл других растений благотворно, разносторонне и длительно отражается на жизни потомства.

Но только ли эндосперм способен вызывать изменения или это присуще и другим элементам, например, сокам листьев и стеблей?

Для выяснения этого вопроса была проведена большая серия опытов. В эндосперм тем же методом инъекции вводились соки листьев и стеблей. Как показали опыты, соки листьев не оказывают заметного влияния на изменение природы растений. Но относить их к индифферентным веществам нельзя. В ряде случаев было отмечено как губительное, так и стимулирующее действие соков.

Опыты по инъекции эндоспермов и соков свидетельствуют о генетической неоднородности частей организма. Учитывая такую неоднородность можно повысить эффективность вегетативной гибридизации как зерновых, так и других культур.

Этот вывод о неодинаковом действии эндосперма и соков не находится в противоречии с существующими представлениями о влиянии соков, а только конкретизирует их. Для изменения природы зерновых растений соками необходим более обильный и постоянный их приток к органам размножения.

Все сказанное о действии эндоспермов на потомство позволяет сделать заключение следующего содержания. Новые межсортовые, межвидовые и межродовые формы, выведенные методом инъекций, показывают согласованную, все возрастающую жизнеспособность и продуктивность, которая зависит от степени систематической отдаленности инъекций. В реконструкции зерновых культур метод инъекций имеет даже большее значение, чем метод скрещиваний.

Анализируя случаи образования гибридов между отдельными видами и разновидностями, без участия половых органов, Дарвин высказал глубокую мысль о том, что такие факты рано или поздно изменяют взгляды физиологов на половое размножение. Это подтверждается методом инъекций.

*Институт биологии
Карельского филиала
АН СССР*

*Поступила в редакцию
7/III 1958*

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров В. Г., Александрова О. Г. О начальных стадиях развития эндосперма и зародыша пшеницы. Бот. журн., № 5, 6, т. 24, 1939, стр. 383—396.
2. Дарвин Ч. Соч., т. IV, стр. 421.
3. Мичурин И. В. Соч., т. I, стр. 453—454.
4. Мичурин И. В. Соч., т. I, стр. 388—395.